



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING TESTING

**DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM MOSTNÍ
KONSTRUKCE**

DIAGNOSTIC INVESTIGATION OF BRIDGE CONSTRUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Radek Houška

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL SCHMID, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
PRACOVISŤE	Ústav stavebního zkušebnictví

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Radek Houška
NÁZEV	Diagnostický průzkum mostní konstrukce
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016



prof. Ing. Leonard Hobst, CSc.

Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA

Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Schmid, P. a kol. Základy zkušebnictví, FAST VUT v Brně
Hobst, L. a kol. Diagnostika stavebních konstrukcí, FAST VUT v Brně
Bažant, Z., Klusáček, L. Statika při rekonstrukcích objektů, FAST VUT v Brně
ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení
ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1992 Eurokód 2: Betonové konstrukce
ČSN EN 1996 Eurokód 6: Zděné konstrukce
Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby se změnami 20/2012 Sb


ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Návrh metodiky stavebně technického průzkumu existujícího objektu mostní konstrukce pro hodnocení aktuálního stavebně statického stavu s ohledem na identifikaci a klasifikaci vad a poruch jednotlivých konstrukčních prvků a celků. Na zadaném objektu realizovat a vyhodnotit navrženou metodiku diagnostického průzkumu. Dle analýzy nálezů specifikovat návrh nutných a efektivních stavebních opatření pro zajištění bezproblémové a dlouhodobé provozuschopnosti a bezpečnosti předmětného objektu.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

SOUHLAS S POSKYTNUTÍM DOKUMENTACE DIAGNOSTICKÝCH PRŮZKUMŮ
PRO STUDIJNÍ ÚČELY

Jméno a adresa organizace nebo oprávněné fyzické osoby, která zapůjčuje projektovou dokumentaci:

Ředitelství silnic a dálnic ČR

Na Pankráci 546/56
140 00 Praha 4 - Nusle

Udělujeme souhlas s využitím dokumentace související s proběhlými diagnostickými průzkumy, prováděnými na základě objednávky a smlouvy o dílo mezi ŘSD ČR, úsekem výstavby a firmou Pontex s.r.o. Tyto průzkumy byly prováděny firmou Pontex s.r.o. na mostě ev. č. **D1-059 v km 59,195 D1** v březnu a červnu 2012 a dále v lednu, únoru a březnu 2015. Udělujeme **souhlas k využití pouze pro studijní účely.**

Studentovi: FAST VUT v Brně, Veveří 331/95, 602 00 Brno-střed

Jméno: Bc. Houška Radek

Datum narození: 22.5.1992

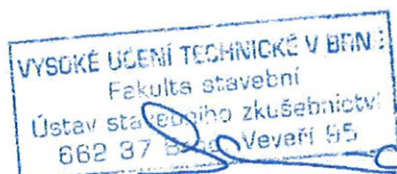
Bydliště: Zdešov 54, Nová Včelnice 378 42

Který je studentem studijního oboru K, na Ústavu stavebního zkušebnictví.

Zapůjčená projektová dokumentace bude využita výlučně pro studijní účely – podklad pro vypracování vysokoškolské práce v akademickém roce 2016/2017.

V Praze, dne 2. 1. 2017

Potvrzení SZK FAST VUT v Brně



doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Ing. Petr Kůrka
vedoucí odboru investiční přípravy a realizace



ABSTRAKT

Tato diplomová práce pojednává o provedení komplexního průzkumu mostní konstrukce. Tento diagnostický průzkum v prvním kroku slouží jako objektivní zhodnocení stavu mostu pro zpracování dalšího investorského záměru.

V dalších dvou krocích byl průzkum zaměřen na podrobnější průzkum spodní stavby pro určení rozsahu rekonstrukčních prací a na skutečný stav nosné konstrukce pro kontrolu stavu zatížitelnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stavebně technický průzkum, mostní konstrukce, spodní stavba, nosná konstrukce, beton

ABSTRACT

This master thesis refers to implementation exhaustive research of bridge construction. This diagnostics research serves as the first step of objective assessment of the condition of the bridge for further processing of investor intent.

In the next two steps was the research focused on detailed research of the substructure for decide of the volume of the reconstruction and on the real condition of the superstructure for the check of the load capacity of the bridge.

KEYWORDS

Architectural and technical research, bridge construction, substructure, superstructure, concrete

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Radek Houška *Diagnostický průzkum mostní konstrukce*. Brno, 2016. 86 s., 15 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 5. 1. 2017



Bc. Radek Houška

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 5. 1. 2017



Bc. Radek Houška

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Pavlu Schmidovi, Ph.D. za přijetí, vedení a vstřícnost při řešení problémů.

Zvláštní poděkování za celoživotní podporu bych pak chtěl věnovat svým rodičům.

OBSAH

1. TEORETICKÁ ČÁST	11
1.1 Hospodaření s mostními konstrukcemi	11
1.1.1 Mostní konstrukce a základní názvosloví	11
1.1.2 Stavebně technický stav mostů v ČR	12
1.1.3 Prohlídky mostů – rozdělení a funkce	19
1.1.4 Hodnocení stavu mostní konstrukce	22
1.1.5 Historie správy mostů a moderní systémy	28
1.1.6 Správa mostů v ČR – BMS (Bridge Managemet System)	36
1.2 Dálnice D1	45
1.2.1 Historie a současnost	45
1.2.2 Modernizace dálnice	46
2. PRAKTICKÁ ČÁST	48
2.1 Úvod	48
2.2 Popis objektu	48
2.2.1 Historie objektu	49
2.2.2 Lokalizace objektu	50
2.2.3 Základní údaje o konstrukci	51
2.2.4 Podrobnější popis jednotlivých částí	52
2.3 1. Fáze – Hodnocení celkového stavu konstrukce	54
2.3.1 Stanovení hloubky karbonatace betonu – Rainbow Indicator	54
2.3.2 Chloridový test – zkoušky RCT	57
2.3.3 Kontrola tloušťky krycí vrstvy	60
2.3.4 Ověření stavu betonářské výztuže	65
2.3.5 Kontrola stavu předpínací výztuže	66
2.3.6 Ověření stavu uložení	67
2.3.7 Ověření stavu dilatačních závěrů	68
2.3.8 Závěr první prohlídky	68
2.4 2. Fáze – Zjištění rozsahu degradace spodní stavby	70
2.4.1 Popis vzorků	70
2.4.2 Stanovení pevnosti betonu	72
2.4.3 Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu	74

2.4.4	Závěr hodnocení výsledků vlastností betonu	74
2.5	3. Fáze – Kontrola zatížitelnosti mostu pro režim 2+2	75
2.5.1	Ověření stavu dutin mezi nosníky	75
2.5.2	Ověření stavu předpínací výztuže	81
2.5.3	Závěr hodnocení stavu nosné konstrukce	86
3.	PŘÍLOHY	91
3.1	BMS – zobrazení rozhraní.....	91
3.2	Fáze 2 – hodnocení kvality betonu spodní stavby.....	101

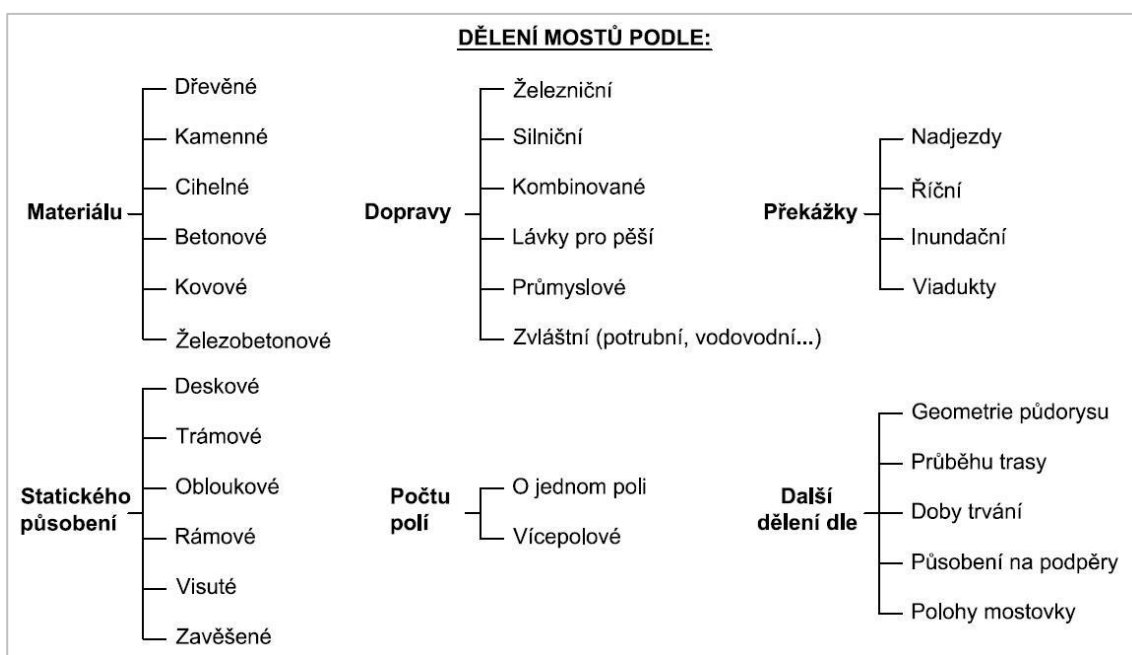
1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Hospodaření s mostními konstrukcemi

1.1.1 Mostní konstrukce a základní názvosloví

Za most považujeme jakékoliv stavební dílo, které slouží k překonání překážky, respektive převedení komunikace (potrubí, vodoteče, nebo jiných vedení) přes překážku tak, aby nedošlo k úrovněvému křížení. Taková konstrukce však ještě musí disponovat otvorem pod mostem se světlostí větší, než 2 m. V opačném případě hovoříme o tzv. propustku.

Pro zestručnění a ucelení alespoň stručné představy o množství druhů mostů a možnostech kombinací se podíváme na *Obr.1*.



Obr.1: Stručný přehled možných druhů rozdělení mostních konstrukcí [1]

Samozřejmě konstrukce můžeme dělit dále podle nepřeberného množství kritérií. Pokud bychom měli jako příklad takto zařadit konstrukci, která je předmětem praktické části této DP, pak se jedná o jednopolevý železobetonový dálniční nadjezd přes komunikaci nižšího významu.

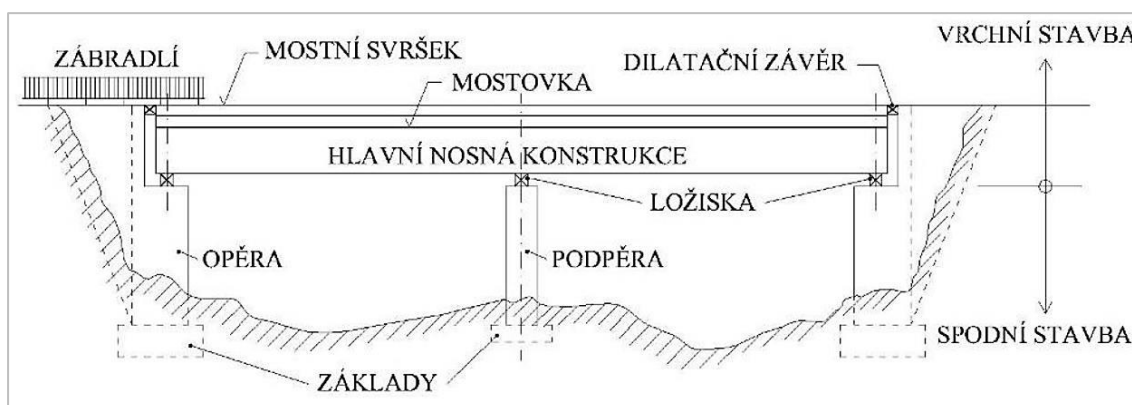
Ať už se ovšem setkáme s jakoukoliv kombinací takovýchto řazení, každý mostní objekt se bude sestávat ze základních částí mostu, a to spodní stavby, vrchní stavby a mostního vybavení.

Spodní stavbou se rozumí veškeré základové konstrukce a mostní podpěry. Pokud se hovoří o krajních (koncových) podpěrách, pak je nazýváme opěry. Vnitřní (mezilehlé) podpěry se nazývají (podle typu a tvaru) například pilíře, sloupy, stojky, stěny, bárky atd. Základové konstrukce jsou takové, které přenášejí zatížení od již zmíněných podpěr do základové půdy. Dělíme je na základy plošné a základy hlubinné.

Vrchní stavba se skládá z nosné konstrukce a z mostního svršku. Nosnou konstrukcí jsou hlavní nosná konstrukce, mostovka, ztužení, ložiska a klouby, či mostní závěry. Je možné, že některá konstrukce plní více funkcí najednou. Například u deskového mostu je deska hlavní nosnou konstrukcí a zároveň mostovkou. Mostní svršek je rozlišný podle nároků a druhu dopravy na mostě. Např. svršek dálničního a železničního mostu.

Mostním vybavením nazýváme souhrnně zbylé konstrukce jako zábradlí, svodidla, či jiné odvodňovací, osvětlovací, revizní a další zařízení. [1]

Pro shrnutí a přehlednost se podívejme na Obr.2.



Obr.2: Názvosloví částí mostu [1]

1.1.2 Stavebně technický stav mostů v ČR

Jelikož životnost mostních konstrukcí se odhaduje na dobu zhruba 100 roků, je potřeba si uvědomit, že na konstrukce staršího data výstavby mohou být dnes kladeny diametrálně odlišné nároky. Stavebně technický stav konstrukce je zásadně ovlivňován množstvím faktorů, které mají za následek degradaci a tedy zhoršování celkového technického stavu. Mezi významné faktory podílející se na snižování kvality technického stavu patří jednoznačně stáří stavby. S tímto faktorem také mnohdy úzce souvisí i, oproti plánovaným předpokladům,

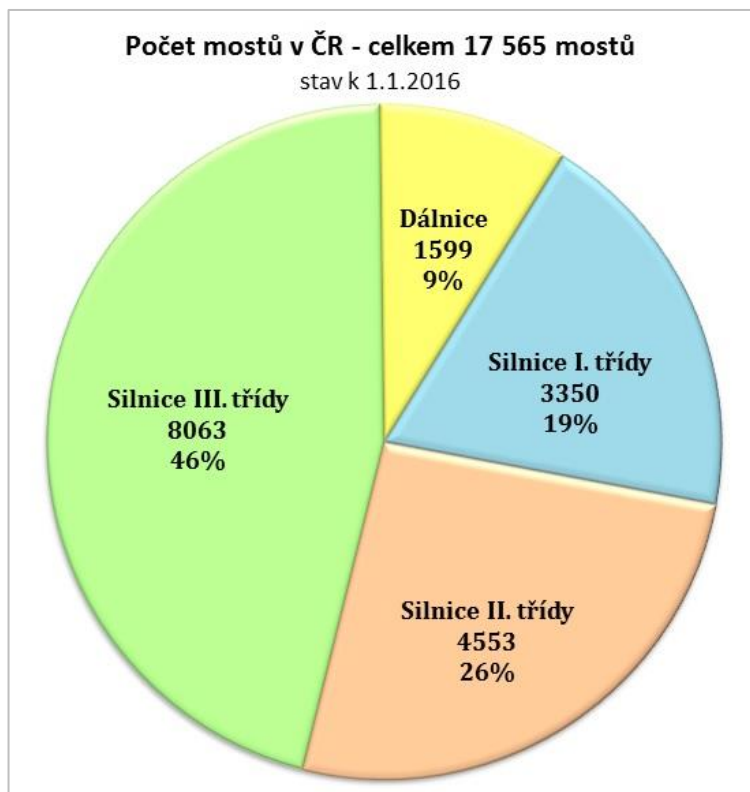
podstatná změna v míře působení dynamického zatížení. Dalšími faktory jsou atmosférické a chemické vlivy v možné kombinaci se špatnou kvalitou dříve používaných izolačních, či jiných materiálů. Samozřejmě svůj díl si může vybrat také skutečnost, že žádná stavba není naprosto dokonale v souladu s projektovaným ideálem a tedy se může projevovat vliv chyb stavebního procesu, nedodržení technologické kázně, či v dalším sledu zanedbaná kontrolní a inspekční činnost a nedostatečně včasné opravy drobných vad.

Na potřebu plošného zlepšení stavu mostů v ČR bylo pravidelně upozorňováno již na celostátních silničních konferencích pořádaných Silniční společnostmi. Za zmínku stojí poznatek, že upozornění a požadavek na zlepšení stavu silničních mostních objektů na území nynější ČR byl zmiňován již v letech 1974, nebo 1986 v „Usneseních vlády ČSR“. Ovšem volání po potřebné vlně rekonstrukcí zůstávalo bez výraznějších reakcí až do roku 1996, kdy s ohledem na zjištěný skutečný stav mostů v ČR byl tehdejší Ředitelstvím silnic a dálnic předložen Ministerstvu dopravy ČR první skutečný projekt plošných rekonstrukcí s názvem „Plán oprav mostních objektů“. Předpokládaný byl pětiletý časový horizont, tedy do roku 2001. K uskutečnění tohoto projektu bohužel nedošlo především z důvodu nedostatku finančních prostředků.

Napříč skutku, že stav silničních a dálničních mostů v ČR byl dále také významným předmětem řešení všech mezinárodních symposií Mosty v Brně, seminářích se sympozii souvisejících a různých školení, nesetkala se tato pozornost s patřičnou reakcí u kompetentních orgánů ČR. Toto se samozřejmě odrazilo v přetrvávající nedostatečné garanci financování údržby a oprav stávajících mostů.

Špatná situace vedla komunitu mostářských odborníků k podání petice s názvem „Věc veřejná – zhoršující se stav mostních objektů na území ČR“. Tato petice byla předložena petičnímu výboru Poslanecké sněmovny Parlamentu ČR v roce 2005 a byla podepsána celkem 337 mostářskými odborníky a petičnímu výboru bylo přislíbeno, že situace by neměla být řešena pouze rozpočtovými opatřeními, nýbrž se k problému bude muset přistupovat systémově. Do jaké míry se tento slib setkal se skutečností bude rozebráno dále. [2]

Počet silničních mostů na území ČR se k 1.1.2016 vyčísil na 17 565. Samozřejmě se jedná o stavby jak na dálnicích, tak na silnicích I., II. a III. třídy. Rozdělení do jednotlivých kategorií viz graf na Obr. 3.

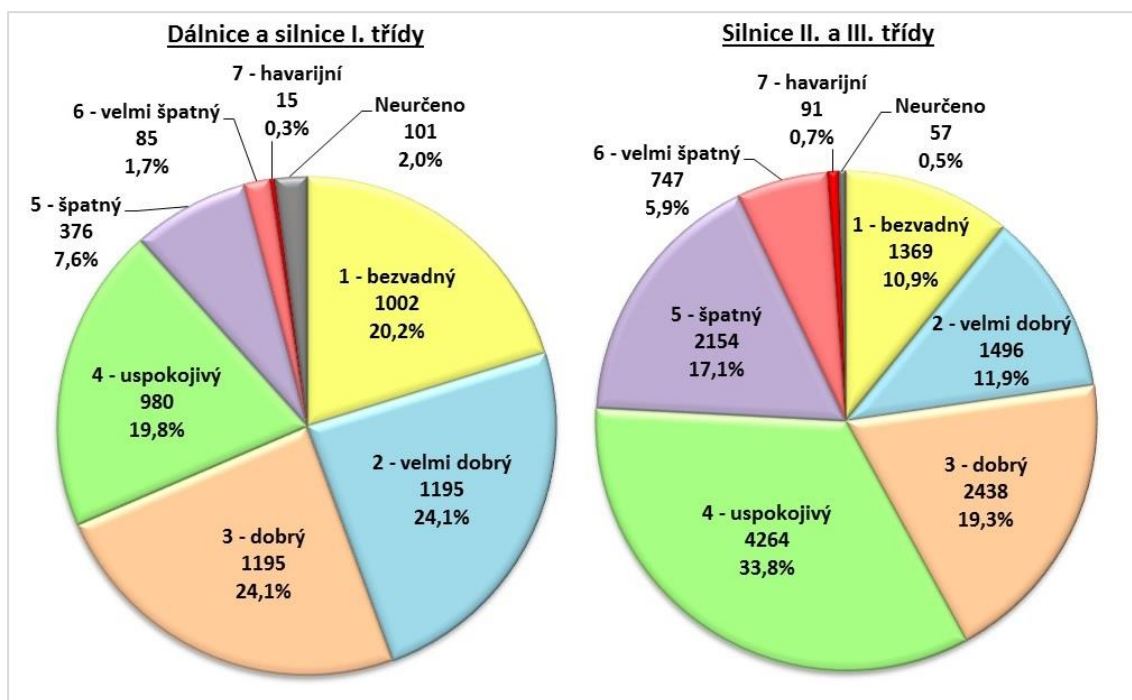


Obr. 3: Počet silničních mostů na území ČR a jejich rozdělení dle typu komunikace[3]

V přehledech Informačního systému o silniční a dálniční síti ČR (ISSDS ČR), který je veden Odborem silniční databanky (SDB) a tedy je součástí Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD ČR), jsou poskytnuty nejrůznější statistiky o silničních a dálničních komunikacích a konstrukcích na nich umístěných. Vše s rozdělením dle jednotlivých krajů, ovšem pro zestručnění zde budu uvádět pouze výtažky. Nejprve se podívejme na výtažek (Tab.1) celkových počtů konstrukcí s rozdělením dle příslušné kategorie komunikace a zařazením do stupnice hodnocení technického stavu.

STAV		STAV 1-3	STAV 4	STAV 5-7	NEURČENO	CELKEM
ČESKÁ REPUBLIKA	D	1316	173	78	32	1599
	I.	2076	807	398	69	3350
	II.	2189	1445	890	29	4553
	III.	3114	2819	2102	28	8063
	Celkem	8695	5244	3468	158	17565

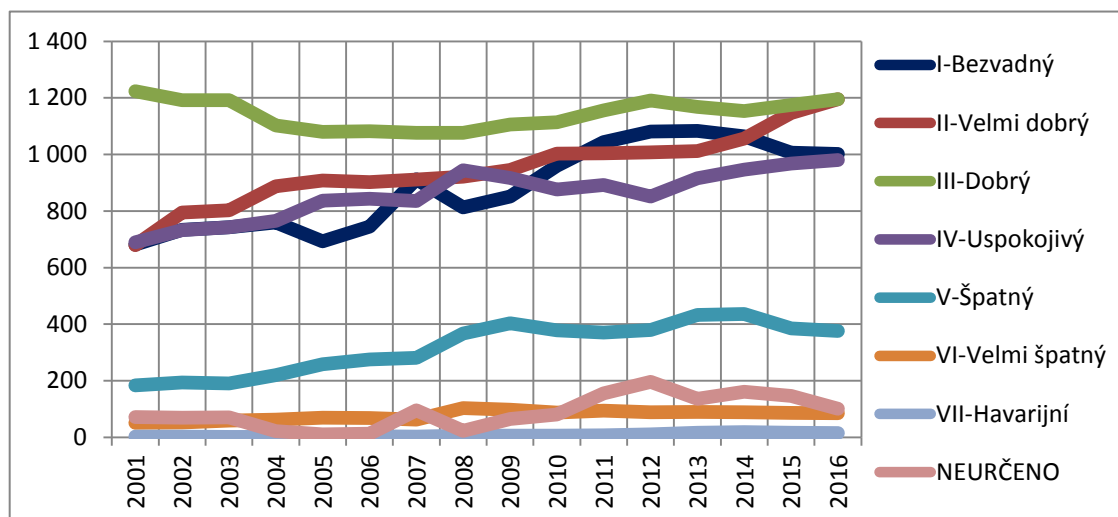
Tab. 1: Celkové počty mostů v jednotlivých stupních technického stavu [3]



Obr. 4: Grafické porovnání celkového poměru stavu mostů dálnic a silnic I. třídy oproti mostům na komunikacích nižšího významu [3]

Přehledové hodnoty v Tab. 1 jsou uvedeny k datu 1.1.2016, tak jako hodnoty na Obr. 4. Na zmíněném Obr. 4 jsou počty rozděleny do dvou skupin. Rozdělení do skupin, kdy k sobě řadíme dálnice a silnice I. třídy zvlášť od komunikací nižšího významu bývá používáno ve většině statistických přehledů vydávaných ISSDS ČR. Takové rozdělení má své opodstatnění, neboť je zřejmé, že pokud bychom všechny kategorie komunikací chtěli hodnotit jako celek, pak by pravdivá statistika byla zkreslena skutečností, že v kategoriích vyššího významu probíhá rozsáhlá investiční výstavba. Jedná se o rozšiřování infrastruktury, jako je např. D1, D8, D47, D3, D11, u rychlostních silnic R48, R6, nebo výstavba obchvatů obcí a měst. Výstavba nových mostních konstrukcí má samozřejmě za následek ovlivnění statistik z pohledu zvyšování počtu objektů ve stavebním stavu I (bezvadný). Z tohoto důvodu pořizování novostaveb je zároveň možné vyvodit možnou příčinu nedostatku finanční podpory pro rekonstrukce a údržbu stávajících, tolik potřebných. Zmíněný trend je dobře srozumitelný z tabulkového a grafického zobrazení vývoje počtu a stavebního stavu mostních konstrukcí uvedeného na dalších stranách v Tab. 2 a Tab. 3.

Mosty dle stavu NK, nebo spodní stavby* na dálnicích s silnicích I. třídy v letech 2001 - 2016									
STAV	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	Neurčeno	CELKEM
2001	682	679	1 224	689	184	51	3	72	3 584
2002	734	795	1 192	732	194	53	3	70	3 773
2003	743	803	1 192	743	191	59	2	71	3 804
2004	760	888	1 102	765	220	63	2	22	3 822
2005	693	908	1 080	837	258	70	2	11	3 859
2006	745	902	1 082	844	275	68	4	13	3 933
2007	913	911	1 076	836	281	63	3	95	4 178
2008	813	921	1 076	944	367	103	6	23	4 253
2009	851	945	1 106	917	403	98	6	65	4 391
2010	960	1 003	1 114	876	378	88	6	81	4 506
2011	1 044	1 004	1 156	892	371	94	7	156	4 724
2012	1 081	1 007	1 191	851	379	89	11	196	4 805
2013	1 083	1 012	1 168	916	433	90	16	136	4 854
2014	1 064	1 056	1 154	946	436	89	19	161	4 925
2015	1 006	1 147	1 175	968	385	87	16	147	4 931
2016	1 002	1 195	1 195	980	376	85	15	101	4 949

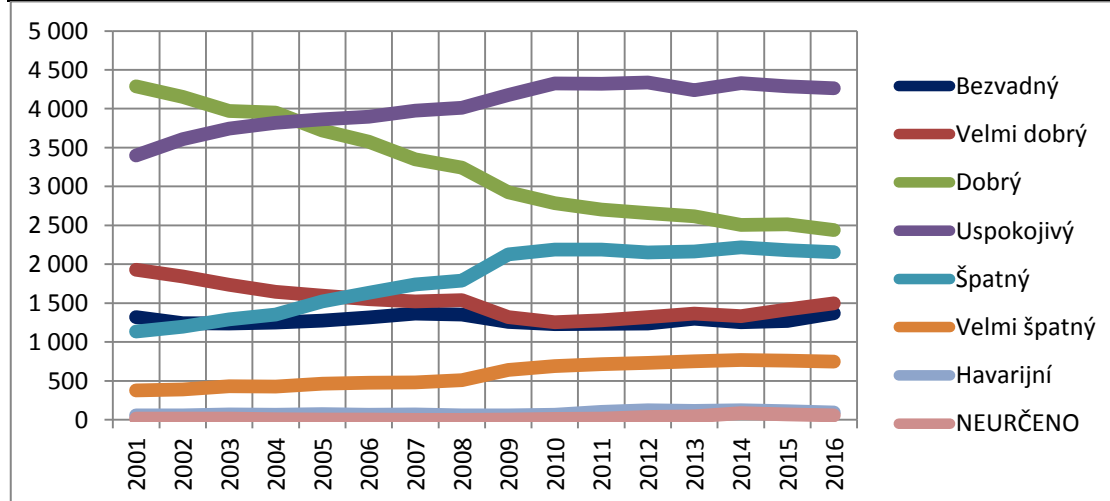


Tab. 2: Vývoj počtu a stavu MK na dálnicích a silnicích I. třídy v letech 2001 – 2016
(*bere se v úvahu horší ze stavů) [3]

Z číselného a grafického přehledu uvedeného výše v Tab. 2 stojí pro další zhodnocení za povšimnutí, že celkový počet mostů se na komunikacích vyššího významu zvýšil za posledních 16 let o více jak 35%, tedy přibýlo více jak 1 350 nových objektů, které jsou samozřejmě zařazovány do nejlepších kategorií stavebně technického stavu – kategorií I a II. Procentuální shrnutí poměru počtu

objektů v jednotlivých kategoriích, jaké máme například na Obr. 4 formou koláčového grafu, tedy může klamat. Říká totiž, že procento mostů ve stavu „bezvadný“ a „velmi dobrý“ se významně zvyšuje. Toto tvrzení je sice pravdivé, avšak je zapotřebí se podívat na skutečnost, že počet konstrukcí v kategorii V – Špatný se za sledované období také zdvojnásobil, v kategorii VI – Velmi špatný se zvýšil o více jak 60% a v havarijním stavu, tedy kategorii VII, se namísto 3 objektů nyní nachází 15 objektů na dálnicích, či silnicích I. třídy.

Mosty dle stavu NK, nebo spodní stavby* na silnicích II. a III. třídy v letech 2001 - 2016									
STAV	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	Neurčeno	CELKEM
2001	1 321	1 929	4 287	3 398	1 136	379	57	16	12 523
2002	1 244	1 843	4 153	3 607	1 196	389	58	16	12 506
2003	1 240	1 738	3 972	3 746	1 290	430	70	16	12 502
2004	1 249	1 644	3 949	3 819	1 352	428	66	9	12 516
2005	1 276	1 595	3 720	3 863	1 521	463	73	3	12 514
2006	1 318	1 551	3 575	3 898	1 634	476	66	2	12 520
2007	1 365	1 524	3 350	3 976	1 742	482	69	1	12 509
2008	1 353	1 540	3 242	4 013	1 789	510	58	1	12 506
2009	1 259	1 319	2 927	4 176	2 127	640	56	5	12 509
2010	1 230	1 255	2 785	4 323	2 187	690	66	10	12 546
2011	1 235	1 278	2 705	4 320	2 190	714	102	15	12 559
2012	1 237	1 319	2 656	4 338	2 152	732	122	37	12 593
2013	1 300	1 364	2 615	4 237	2 164	754	113	44	12 591
2014	1 253	1 331	2 507	4 331	2 219	769	121	85	12 616
2015	1 273	1 418	2 515	4 289	2 182	760	112	70	12 619
2016	1 369	1 496	2 438	4 264	2 154	747	95	57	12 620



Tab. 3: Vývoj počtu a stavu MK na silnicích II. a III. třídy v letech 2001 – 2016 [3]

V *Tab. 3* se zobrazuje druhá strana mince. Jako kontrast k *Tab. 2* je zde znázorněn vývoj počtu a stavu mostních objektů na komunikacích nižšího významu, tedy silnicích II. a III. třídy. Prvním důležitým bodem, na který je zapotřebí ukázat, je skutečnost, že celkový počet mostních objektů se za sledované období zvýšil o necelé procento. Tedy oproti 1365 novým mostům na dálnicích a silnicích I. třídy přibylo na komunikacích nižšího významu pouze 97 mostních objektů. Jako další informace o celkovém vývoji svědčí dobře viditelný trend přesouvání počtů do pravé části tabulky, tedy do horších kategorií stavebně technického stavu. Například kategorie číslo I. (bezvadný stav) se za sledovanou dobu v podstatě nezměnila a drží se stále na podobných hodnotách. Ovšem v kategorii II (velmi dobrý stav) se počty zmenšily téměř o 25% a ještě markantněji se stavy tenčí v kategorii III (dobrý stav), kde se z původních 4 287 objektů nyní nachází pouze 2 438 objektů, tedy téměř polovina. Pokud se celkový počet téměř nezměnil a zde zaznamenáváme zmiňovaný propad, je jasné, že počty konstrukcí v horším stavu se musí zvyšovat. Toto se ukazuje již v kategorii IV (uspokojivý stav), kde zaznamenáváme nárůst počtu o zhruba 25%, ale hlavně v kategoriích V (špatný), VI (velmi špatný) a VII (havarijní stav) tedy v kategoriích, které vypovídají o již velmi znepokojivém stavu. V těchto se stavy počtů v podstatě zdvojnásobily.

Je logické, že údržba a opravy tak exponovaných a namáhaných konstrukcí, od kterých očekáváme, že budou po celé století sloužit bezpečně a vyhovovat všem dalším požadavkům, je bez patřičných finančních prostředků jen velmi těžko realizovatelná. Předešlé informace sice demonstrují přítomnost silné finanční podpory pro dálniční a silniční infrastrukturu, ovšem prokazatelně se tento tok ekonomických prostředků soustřeďuje především do prvních významových skupin a to ještě do jejich rozvoje. Zhoršující se situace má tedy příčinu hlavně v nedostatečném přiřazení významu údržbě a opravám stávajících konstrukcí a komunikací. Je tedy i nadále otázkou strategie státních orgánů, kdy začne volit zodpovědnější cestu v přístupu k této situaci. [2]

1.1.3 Prohlídky mostů – rozdělení a funkce

Pravidla a pokyny pro provádění prohlídek za účelem zjištění stavebně technického stavu mostních konstrukcí trvalých i zatímních jsou uvedena v normě ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací.[4] Pro celistvost a přehlednost této práce zde zařadím stručný výtažek z této normy.

Všeobecně se kontrolují vlivy, které mají za následek tendenci degradaci konstrukce. Tyto mohou být například: zatékání do nosné konstrukce, prosakování vody, nebo zatékání po opěrách, povrchová a hloubková degradace betonu a s tím také spojená koroze výztuže, stav ložisek a mostních závěrů, stav odvodňovacího systému a další.

Na mostech se provádějí tyto druhy prohlídek:

- Běžné
- Hlavní
- Mimořádné
- Kontrolní

Běžná prohlídka

Při běžné prohlídce se kontrolují všechny přístupné části konstrukce, tedy takové, které jsou dostupné bez demontáže, či odstranění jiné části mostu.

Sledujeme především stav:

- Spodní stavby (viditelné sedání, či deformace podpěr a křídel, stopy po zatékání, nebo možnost vzniku trhlin)
- Nosné konstrukce (mimo celkového stavu jako u spodní stavby také nepřípustné kmitání mostu)
- Dutin mostu včetně kontroly možnosti uvolnění kabelů
- Stav a funkčnost mostních ložisek a závěrů
- Povrchu vozovky, mostního svršku a také odvodňovacího zařízení
- Záchytného zařízení, či jiných ochranných konstrukcí
- Protikorozní ochrany

Běžnou prohlídku zajišťuje vlastník konstrukce a to v intervalu závislém na klasifikačním stupni, do kterého je konstrukce zařazena.

- nejméně jednou ročně u mostů v klasifikačním stupni I – III;
- nejméně dvakrát ročně u mostů ve stupni horším, tj. IV – VII;

Tyto intervaly se dále mohou přiměřeně zkracovat v závislosti na stavu mostu, doporučení předchozích prohlídek apod.

Výsledkem běžné prohlídky pak jsou návrhy opatření, které slouží jako podklady pro další běžné prohlídky. Popřípadě návrh na provedení mimořádné prohlídky.

Hlavní prohlídka

Při hlavní prohlídce se kontrolují všechny části mostu z hlediska jejich spolehlivosti, životnosti, použitelnosti a bezpečnosti. Většina prohlídek je prováděna převážně jako vizuální. Součástí je vždy porovnání stavu a rozsahu poškození, ke kterému došlo od minulé prohlídky a porovnat je s údaji mostní evidence.

U trvalých mostů betonových, ocelových, kamenných a cihelných se hlavní prohlídka provádí v těchto intervalech:

- při klasifikaci konstrukce do stavu I – III nejdéle po 6 letech;
- v klasifikačním stupni IV nejdéle po 4 letech;
- při klasifikačních stupních V – VII se jedná o nejdelší interval 2 roků;

Opět se tyto intervaly na základě závěru hlavní prohlídky mohou zkrátit přiměřeně situaci

Výsledkem hlavní prohlídky je vždy protokol, ve kterém je jednoznačně popsán stav mostu tak, aby podle ní bylo možné naplánovat běžné údržbové práce, navrhnout další diagnostické šetření, které by se podrobně zabývalo konkrétním nedostatkem, nebo navrhnout nutná okamžitá opatření (uzavření mostu apod.)

Speciálním druhem hlavní prohlídky je první hlavní prohlídka. Tato se provádí jako kontrolní prohlídka před uvedením konstrukce do provozu a posuzuje most z hlediska bezpečnosti, připravenosti a kvality provedených prací. Ověřuje se skutečné provedení podle dokumentace.

Mimořádná prohlídka

Mimořádnou prohlídkou se stanovuje skutečný momentální stav mostu a porovnává se se stavem z poslední prohlídky tak, aby bylo možno identifikovat nově vzniklé poruchy.

Mimořádná prohlídka se provádí:

- po živelných pohromách, nebo dopravní nehodě na mostu (pod mostem), kdy došlo k poškození konstrukce.
- po zjištění pohybu svážného území v bezprostředním okolí mostu
- při příznacích nebezpečného oslabení, nadměrné deformaci, nebo trhlinách objevených v období mezi hlavními prohlídkami.
- po objevení nebezpečných jevů za jízdy vozidel (nadzvedávání ložisek, kmitání konstrukce apod.)
- před a po mimořádných přepravách nadměrného nákladu
- před uplynutím záruční doby na stavební práce

Jako výsledek mimořádné prohlídky může být rozhodnuto o provedení zatěžovací zkoušky mostu.

Kontrolní prohlídka

Při této kontrolní prohlídce se provádí kontrola provedení běžných a hlavních prohlídek mostu, včetně plnění navržených opatření. Kontroluje se dodržování stanovených termínů, kvalita a rozsah prohlídek.

Tuto prohlídku vykonává nadřízený správní úřad správce mostu (zpravidla příslušný odbor dopravy) a to zpravidla ve čtyřletých intervalech, nejdéle pak v intervalu 6 roků. Je součástí výkonu státního odborného dozoru a tak jí nesmí být pověřen sám správce mostu. [4]

1.1.4 Hodnocení stavu mostní konstrukce

Základem hodnocení stavu mostní konstrukce je rozvržení hodnocení do třech kategorií, přičemž každá hodnotí stav z jiného pohledu a podle vlastních kritérií.

Tato hlediska jsou:

- Spolehlivost konstrukce (technický stav)
- Bezpečnost provozu na mostě (použitelnost)
- Naléhavost odstranění závady

Spolehlivost konstrukce

Jinak řečeno, hodnotíme zde technický stav konstrukce z hlediska vlivu závad na možnou zatížitelnost mostu. Hodnocení se provádí zvlášť pro nosnou konstrukci a spodní stavbu, přičemž podle vlivu závady se dané části konstrukce přiřadí klasifikační stupeň.

Klasifikace se stanovuje odborným odhadem například na základě vizuálního zhodnocení. Jednotlivé klasifikační stupně jsou uvedeny v *Tab. 4*.

Označení klasifikačního stupně stavu	Stav konstrukce	Součinitel stavu konstrukce α
I	Bezvadný	1.0
II	Velmi dobrý	1.0
III	Dobrý	1.0
IV	Uspokojivý	0.8
V	Špatný	0.6
VI	Velmi špatný	0.4
VII	Havarijní	0.2

Tab. 4: Rozdělení klasifikačních stupňů stavebně technického stavu konstrukce [4]

Pro jednotlivou kategorizaci je doporučeno následující třídění.

I – Bezvadný stav

Konstrukce, nebo její část je bez zjevných závad a nedodělků

II – Velmi dobrý stav

Na konstrukci se nalézají pouze vzhledové vady, které nemohou nijak ovlivnit zatížitelnost konstrukce. U betonových konstrukcí se jedná například o nejednotnost barevného povrchu, přeteklé cementové mléko, drobné nerovnosti způsobené nedokonalostí bednění, či drobná poškození ochranných nátěrů.

Vzhledem k mostnímu svršku a mostnímu vybavení se jedná o drobné nerovnosti vozovky a chodníků, nebo mostních závěrů.



Obr. 5: Poruchy kategorie II – barevná nejednotnost betonu; přeteklé cementové mléko [5]

III – Dobrý stav

Zde se jedná již o větší závady, které ovšem stále nemohou nijak ovlivnit zatížitelnost konstrukce. U betonových konstrukcí jsou to větší nepřesnosti betonu jako příčina posunu bednění (do ± 30 mm), lokálních poruch ochranných nátěrů a možné stopy slabého povrchového porušení betonu. U zděných konstrukcí pak takto zařazujeme vady jako jsou větší nepřesnosti v lici zdiva, uchycený mech ve sparách, nebo lokálně vydrolená malta.

U mostního svršku se do takto kvalifikují vady jako jsou začínající poruchy povrchu krytu vozovky, uchycení malého množství vegetace, zanesení nečistot v mostních závěrech, barevná nejednotnost způsobená zatékající vodou přes římsy a prosakující vodou na nosnou konstrukci, nebo spodní stavbu. Tyto poruchy však nedoprovází degradace betonu a koroze výztuže.



Obr. 6: Poruchy kategorie III – uchycení drobné vegetace [6]; poruchy krytu vozovky [7]

IV – Uspokojivý stav

Takto se klasifikují takové závady, které sice nemají okamžitý nepříznivý vliv na zatížitelnost, ale mají potenciál jí v budoucnu ovlivnit. Jednou z významných vad v této kategorii je zatékání na ložiska. Dále se jedná o rozsáhlejší stopy po prosakující, nebo zatékající vodě, znatelné trvalé deformace bez viditelných trhlin. U železobetonových konstrukcí takto zařazujeme povrchovou degradaci betonu a lokální rovnoměrnou korozi betonářské výztuže, která zatím ovšem neoslabila průřez. U mostních svršků a ostatního mostního vybavení sem potom řadíme netěsnost dilatačních závěrů, poruchy krytu vozovky ve větším rozsahu, zakořeněnou vegetaci a ucpaný odvodňovací systém. Také podemletí, či porušení svahů u opěr a pilířů.



Obr.7: Poruchy kategorie IV – zatékání na ložiska [8]; znatelné zatékání vody [9]

V – Špatný stav

Závady a poruchy, které sice již ovlivňují zatížitelnost, ale je možné je odstranit bez větších zásahů do konstrukce. Rozsáhlé stopy po prosakující vodě, lokálně podemleté základy podpěr, nefunkční mostní dilatační závěry, posunutá ložiska, koroze betonářské výztuže s oslabením průřezu do 5%, lokální koroze předpínací výztuže bez oslabení průřezu.



Obr.8: Poruchy kategorie V – rozsáhlé stopy zatékání [10]; degradace betonu a koroze výztuže s oslabením průřezu do 5% [11]

VI – Velmi špatný stav

Závady a poruchy ovlivňující zatížitelnost, které jsou napravitelné pouze opravou zahrnující důležité části konstrukce. U železobetonových konstrukcí je to například silná koroze betonářské výztuže s oslabením průřezu do 15%, nezainjektované kabelové kanálky se stopami po zatékání a s tím spojená rovnoměrná koroze předpínací výztuže s oslabením průřezu max. do 5%. Může se také jednat o závadu jako jsou silně posunutá, nebo zablokovaná ložiska, viditelné naklonění a deformace podpěr způsobené lokálně podemletými základy podpěr (maximálně do 30% plochy základu) a s tím spojeným nerovnoměrným sedáním.



Obr. 9: Poruchy kategorie VI – utržení spoje válce a táhla mostního závěru a následné vybočení válce [12]; viditelné naklonění mezilehlé podpěry [13]

VII – Havarijní stav

Závady a poruchy ovlivňující zatížitelnost takovou měrou, že vyžadují okamžitou nápravu pro odvrácení havárie. Takovou nápravou je myšleno například podepření, nebo uzavření a demolice konstrukce. Jedná se o výrazné oslabení nosných prvků, nadměrné deformace, nebo průhyby a naklonění. Také koroze výztuže s oslabením průřezu více než 15% plochy, koroze předpínací výztuže a poručené a nezainjektované kanálky předpínací výztuže.

Ve většině případů se jedná o závady vyžadující okamžité posouzení konstrukce statikem.



Obr. 10: Poruchy kategorie VII – havarijní průhyb mostu [14]; zkorodovaná předpínací výztuž [15]

Bezpečnost provozu na mostě (použitelnost)

Poruchy a závady na mostním svršku a mostním vybavení povětšinou nemá přímý účinek na zatížitelnost konstrukce a proto je definován systém hodnocení vzhledem k použitelnosti mostu.

Použitelnost je definována pěti stupni, které vyjadřují stupeň vlivu závady na použitelnost mostu. Přehled jednotlivých označení stavů v *Tab. 5*.

Označení stupně stavu	Stav konstrukce
1	Použitelný
2	Podmíněně použitelný
3	Použitelný s výhradou
4	Omezeně použitelný
5	Nepoužitelný

Tab. 5: Přehled označení stavů použitelnosti dle ČSN 73 6221 [4]

1 – Použitelný stav

Zde řadíme závady, které nemají vliv na použitelnost objektu. Například lokální trhlinky ve vozovce a začínající degradace vozovky, uchycená drobná vegetace, či lokální povrchová koroze zábradlí a svodidel.



Obr. 11: Nedostatky v kategorii 1 – uchycení vegetace podél obručníků [16]

2 – Podmíněně použitelný

Závady, které nemají momentální vliv, ale v budoucnu mohou použitelnost ovlivnit. Jsou to větší trhliny v krytu vozovky, začínající výtluky krytu vozovky, lokální trhlinky v římsách apod. Příklad na *Obr. 12*.



Obr. 12: Nedostatky kategorie 2 – trhlinky říms [17]; začínající výtluky krytu vozovky [18]

3 – Použitelný s výhradou

Mají vliv na použitelnost, ale nevyžadují okamžité omezení provozu mostu. Jedná se například o vyjeté koleje o hloubce max. 50 mm, lokální hromadění vody na vozovce, trhliny podél mostních závěrů, rovnoměrná koroze záchytného zařízení, nebo výraznější výtluky vozovky.



Obr. 13: Nedostatky kategorie 3 – vyjeté koleje v krytu vozovky [19]; plošně špatný stav krytu vozovky - výtluky [20]

4 – Omezeně použitelný

Závady vyžadující okamžité opatření jako dopravní omezení, nebo jiné provizorní opatření. Most je takto použitelný pouze pro dočasný a omezený provoz. Jsou to poruchy jako plošné poruchy vozovky, stojící voda, výrazné nerovnosti a vyjeté koleje s hloubkou větší 50 mm. Také deformace, či uvolnění záchytného zařízení a odpadávání betonové krycí vrstvy z říms, nosné konstrukce, nebo spodní stavby na veřejnou komunikaci pod mostem.



Obr. 14: Nedostatky kategorie 4 – výrazné poruchy vozovky [21]; odpadávající části betonu [22]

5 – Nepoužitelný

Takto hodnocený objekt není použitelný pro bezpečný provoz a je tedy nutné jeho kompletní vyřazení z provozu, nebo jen uzavření jeho části. Hodnotíme takto například rozpad povrchu krytu vozovky a chodníků a následně vyčnívající výztuž z betonu, výrazně deformované, nebo zřícené záchytné zařízení. Uvolněné, nebo úplně odpadávající části konstrukce.



Obr. 15: Nedostatky kategorie 5 – porouchané záchytné zařízení [23]; odpadávající části betonu – uzavřený most [24]

1.1.5 Historie správy mostů a moderní systémy

Základní povinností správce jakékoliv konstrukce je udržet ji co nejdéle v požadované provozní způsobilosti při co nejekonomičtějším vynaložením úsilí na údržbu.

Každá mostní konstrukce je tak jako kterýkoliv jiný objekt vystavena po uvedení do provozu různým agresivním vlivům, negativně působícím na každý jednotlivě zabudovaný materiál. Tyto nepříznivé vlivy okolí v závislosti na časovém úseku působení velmi ovlivňují celkovou životnost a provozuschopnost konstrukce, což je přímo v rozporu se základními požadavky na dlouhodobé a bezpečné provozování konstrukce. Je proto potřeba zajišťovat takovou pravidelnou správu a údržbu konstrukce, která bude co nejlépe předcházet a popřípadě odstraňovat nedostatky způsobené běžným používáním mostu. Odkládání takové činnosti se vždy v budoucnosti ukazuje jako velmi nevhodné.

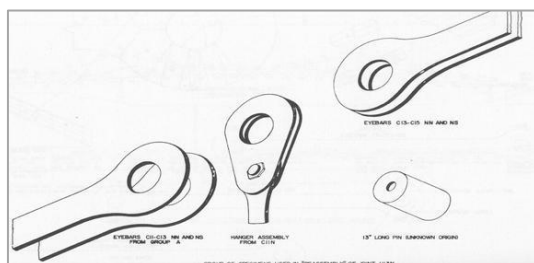
Nejdůležitějším faktorem pro efektivní systém údržby je spolehlivý, pravidelný a podrobný zdroj informací, který mohou poskytnout jediné běžné kontrolní prohlídky. Výsledky těchto prohlídek musí být natolik podrobné, aby umožňovaly další plánování spravování objektu. Musí odhalit veškeré nedostatky

a zmapovat je natolik přesně, aby bylo možné naplánovat podrobnější řešení problému.

Mnohé zahraniční země mají zpracovaný velmi efektivní systém pravidel pro použití postupů oprav a rekonstrukcí mostů. Tyto systémy jsou využívány investory a správci mostních objektů tak, aby proces byl co nejméně náročný, ale zároveň provedená opatření byla co nejvíce trvanlivá. I u nás v ČR již máme takový systém – více v kapitole 1.1.6.

Historie systémů správcovství mostů

Ačkoliv stavebnictví zná mostní konstrukce již celá tisíciletí, správcovské systémy určující přesné postupy pro práci s nimi jsou záležitostí vcelku novou. Jako základní impuls k vytvoření prvního moderního systému se uvádí destrukce 40 let stojícího mostu Silver Bridge v Západní Virginii v roce 1967. Tehdy došlo ke zhroucení konstrukce během dopravní špičky a tato katastrofa si vyžádala celkem 46 životů. Po rozsáhlém šetření se mělo za to, že se porucha stala následkem poruchy jednoho ocelového článku v závěsném systému zvaném „eyebars“, který byl předtím již několik desetiletí u mostních konstrukcí běžně používán. Rozdílovým faktorem mezi úspěšným použitím systému a touto katastrofou pravděpodobně bylo použití pouze jednoho páru těchto ocelových článků oproti konvenčnímu použití dvou a více párů. Při překročení mezní hranice namáhání již onen porušený článek nebylo možné zastoupit jiným párem a tak se nevyhnutelně spustila řetězová reakce destrukce. Ukázka systému eyebars na *Obr. 16* a *Obr. 17*.



Obr. 16: Ukázka páru článků Eyebars [26]



Obr. 17: Běžné použití více párů článků Eyebars [27]

Tehdejší americký prezident Lyndon B. Johnson spolu se svými poradci brzy po havárii formuloval tři základní úkoly. Prvním bylo důkladně určit příčinu havárie, druhým co nejdříve začít s výstavbou nového mostu a třetím bylo právě prověřit stávající metody inspekce mostů a ohodnotit jejich účinnost [28]. Následně bylo ministrem dopravy vydáno rozhodnutí začít vyvíjet právě první systém hospodaření s mosty s názvem National Bridge Inspection Standards (NBIS). NBIS byl uveden do provozu již brzy v roce 1970 a již tehdy začal shromažďovat informace pro kontrolu a inventarizaci mostů a veřejných komunikací. Obecně platilo, že všechny mostní konstrukce měly být kontrolovány pravidelně jednou za každé dva roky a pouze v některých oprávněných případech se jednalo o kratší, či delší interval. Informace z jednotlivých inspekce se shromažďovaly ve federální databázi National Bridge Inventory (NBI).

Z důvodu počáteční nedostatečné finanční podpory se v prvotních fázích kladl důraz především na náhradu již nezpůsobilých konstrukcí a nikoliv na systémovou údržbu. S postupem času se však do strategie začala zařazovat také tzv. rehabilitační aktivita. Přerozdělování finančních prostředků se odvíjelo od výpočtového vzorce, kdy byla přiřazena váha jednotlivým funkcím, které konstrukce zastupovala. Jmenovitě byla přiřazována váha konstrukčnímu řešení, bezpečnosti, provozuschopnosti, funkčnímu zastarávání a také veřejné důležitosti konstrukce. Zvláštním faktorem na plánování pak mohla být například mimořádně dlouhá objížďka. Jednalo se o bodový systém, který pracoval na principu odpočtu bodů. Celkem most v perfektním stavu mohl obdržet rating 100 bodů a nedostatky v každé z kategorií snižovaly skóre. Mosty s ratingem mezi 80 a 50 se označily jako mosty způsobilé pro financování rehabilitačních procesů. Pokud bodová hranice klesla pod 50 bodů, byla konstrukce označena jako způsobilá k výměně.

Tato forma řízení systému spravování využívá souhrnné informace a má tedy omezenou použitelnost pro tvorbu analytických rozhodnutí. Byla samozřejmě vhodná pro aktuální lokalizaci potřeby prostředků, ovšem ne tak pro analytické řešení problémů a potřebnou schopnost predikce. V důsledku zvyšujícího se rozdílu mezi prostředky dostupnými a potřebnými se proto již po 10 letech, tedy kolem roku 1980, začínala v některých státech probouzet nespokojenost i s tímto systémem a pomalu se začal vyvíjet nový systém

s efektivnějším programovým rozhodováním. Tento nový systém měl lépe zapojit analytické smýšlení a usnadnit tak sestavování rozpočtu. Tak začal vznikat první Bridge Management System (BMS).

Federální vláda měla snahu začít vyvíjet nové nástroje a techniky, které by mohly být využívány právě pro podporu analytického rozhodování a tak Federal Highway Administration (ekvivalent Ministerstva dopravy) podepsalo smlouvu s The North Carolina State University, na základě které měla univerzita aktivně usilovat o výzkum v rámci rozhodovacích procesů a optimalizace řízení. Do vývoje se zapojilo i několik dalších států. V rámci programu The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) byly provedeny podrobné statistické analýzy dokumentující velikost a rozsah nedostatků mostní infrastruktury, používaných nástrojů a současných postupů. Výsledkem těchto průzkumů byl výčet zdokumentovaných technik, které by mohly být v dalším postupu implementovány do rozvoje BMS. Na základě tohoto výzkumu pokračoval vývoj Schengenského programu Bridgit BMS a současně s tímto vývojem postupoval vývoj systému Pontis. Oba systémy vydaly své beta verze na začátku roku 1990. Od těchto prvních verzí sice systémy prodělaly mnoho úprav, ovšem matematické optimalizace postupů nebyly příliš změněny. [29]

Tyto první verze optimalizace řízení položily základy mnohým dalším systémům po celém světě. V USA byl jednotně zaveden systém Pontis a s tímto názvem je provozován dodnes. V ostatních státech byly systémy následně různě přizpůsobeny daným potřebám a fungují pod originálními názvy. Pro příklad v Dánsku systém DANBRO, ve Finsku FBMS, nebo ve Švédsku BaTMan (Bridge and Tunnel Management Systém). [30]

Moderní systémy správcovství mostů

Náročnost a komplexnost činnosti správcování mostních konstrukcí přirozeně spěje k tendenci vyvíjet stále lepší metodiky a systémy. Tyto systémy jsou stále více výsledkem spolupráce odborníků z různých oborů a význam rostoucí infrastruktury vede k řešení mezinárodních projektů.

Jak již bylo popsáno v předchozí kapitole, významný skok v oblasti systémové podpory provozu mostních a dalších objektů nastal v 60. letech

minulého století, kdy i v mostním inženýrství započal vývoj metod podporovaný zvětšujícími se možnostmi počítačového vybavení. Od té doby tyto systémy prodělaly významný posun a v dnešní době již téměř všechny systémy hospodářsky rozvinutých zemí využívají počítačem plně podporované systémy pro správu mostů a hospodaření s nimi.

Výraz systém správy mostních objektů, či systém hospodaření s mostními objekty se všeobecně definuje jako výpočetní systém podporující rozhodovací procesy za předpokladu expertních znalostí o zhoršování stavu konstrukce a účinnosti údržbových prací a hospodářských modelů předpovídajících náklady a výnosy procesu při udržení stanovené úrovně.

Vytvoření takového systému, který by byl uživatelsky co nejjednodušším a zároveň problematiku řešil co nejkompaktněji není v žádném případě snadný úkol. Roku v ruce s moderními systémy správcovství a rozvíjejícími se výpočetními systémy jde snaha o zapojení prvků umělé inteligence jako nástroje pro zlepšení vyhodnocování stavu zejména betonových konstrukcí. Tyto složité metody začaly být zkoumány především v mezinárodním projektu Bridge Management in Europe (BRIME). Jedná se vždy o kombinaci různých složitých metod, které pak nabízí slibný způsob, jak lze kombinovat expertní znalost s naměřenými údaji namísto inženýrského úsudku. Podle dané problematiky, kterou je zapotřebí vyřešit, množství a typu dostupných informací si dnes vybíráme mezi čtyřmi základními metodami uvedenými níže. Pro sjednocení všech typů dostupných informací do jednoho výpočetního expertního nástroje lze použít technologii tzv. vícevrstvé hybridní sítě.

- EXPERTNÍ SYSTÉMY
- NEURONOVÉ SÍTĚ
- FUZZY LOGIKA
- GENETICKÉ ALGORITMY

Jak mnohým z nás napovídají již názvy těchto odborných metod, jedná se o velice složité nejen matematické systémy, kterým se v této práci nebudeme podrobně věnovat. V následujících odstavcích se pouze pokusím nastínit, jaké povahy takové moderní metody s hrozivě vypadajícím názvem jsou.

- **EXPERTNÍ SYSTÉMY**

Expertní systémy jsou počítačové programy simulující rozhodovací činnost experta při řešení složitých úloh. Využívají vhodně zakomponovaných znalostí převzatých od experta tak, aby dosáhly řešení problému na stejné úrovni, jako je úroveň rozhodování experta. Jsou charakteristické třemi základními fázemi. Oddělení znalostí a mechanismu jejich využívání, rozhodování za stavu neurčitosti a schopnost vysvětlování. [32]

- **NEURONOVÉ SÍTĚ**

Již v dřívějších dobách bylo zjištěno, že mozek je tvořen velkým množstvím vzájemně propletených nervových buněk, které nazýváme neurony. Tyto buňky mezi sebou komunikují pomocí elektrických impulzů. Neuronové sítě jsou v podstatě algoritmus, který si bere za vzor činnost lidského mozku. Programátorské kapacity se již od počátku vývoje počítačů snaží vytvořit takový algoritmus, který bude tuto činnost mozku napodobovat. Tím se dostáváme k zavedení pojmu umělá inteligence.

Jednotlivé neurony jsou vzájemně propojeny spoji, kterým jsou přiřazeny různé hodnoty. Takové propojení a schopnost přiřazovat určité váhy jednotlivým spojmům, nebo si zapamatovat kombinace, které vedly k požadovanému výstupu, nazýváme schopnost se učit. Schopnost učit se je hlavní předností neuronové sítě a nabízí nové široké možnosti v oblasti analýzy dat. [31]

- **FUZZY LOGIKA**

Stejně tak, jako člověk ve své mysli při řešení nějakého technického problému nepřemýšlí ve stupnicích a naměřených hodnotách, ale pracuje s neostrými informacemi, snažíme se takto naučit „přemýšlet“ i umělou inteligenci. Toto přemýšlení nazýváme fuzzy logikou. Takové hodnocení je velmi výhodné právě v systémech získávání informací a jejich hodnocení, neboť se potýkáme s tzv. fuzzy (neostrými) informacemi. Pro vysvětlení si představme následující popis situace. „V blízkosti podpěry jsou velmi intenzivní průsaky vody, ale technický stav pole mostu je dosti dobrý.“ Popis situace jako „velmi

intenzivní“, nebo „dosti dobrý“ je pro člověka dobře pochopitelný. Ovšem převést veličinu, pro kterou nejsou vytvořeny žádné objektivní měřicí nástroje a stupnice, na veličinu dobře pochopitelnou pro výpočetní systém již není tak snadné. Tyto metody tento úkol zvládají a dokonce jsou schopny se učit a trénovat na základě zkušeností. [25]

- GENETICKÉ ALGORITMY

Tato metoda se inspirovala Darwinovou teorií o přirozeném výběru, která tvrdí, že větší šanci přežít mají hlavně silní a dobře vybavení jedinci. Hlavní idealistická myšlenka spočívá v tom, že jednotlivé prvky množiny přípustných řešení považujeme za jednotlivé živé organismy v nějakém umělém prostředí. To, jak si tato jednotlivá možná řešení v prostředí vedou vypovídá o tom, o jak dobré, nebo špatné řešení se jedná.

Základem pro takové hledání je vždy nějaká počáteční populace „organismů“ a následná simulace vývoje a kombinací řešení. Špatná řešení mají tendenci vymírat a dobrá řešení mezi sebou se křížící mají tendenci tvořit řešení ještě lepší. [33]

Platí pravidlo, že čím je daná úloha složitější a má více vstupních parametrů, tím kvalitnější řešení je možné dostat. Počet vstupních parametrů a podmínek je v podstatě neomezený. Výhodou genetických algoritmů je nejenom rychlost výpočtu úlohy, ale také možnost práce s obrovským množstvím položek a podmínek. [34]

Tyto a ještě mnohé další metody nám dnes dávají například možnosti sestavení Hi-Tech přístrojů umožňujících automatizovaný sběr dat o poruchách vozovek a mnohé jiné. Zářným příkladem takového využití je například multifunkční diagnostický měřicí systém od firmy Ramboll. Tento systém u nás provozuje firma VARS BRNO a.s. v rámci jednoho pilíře projektu CleveRA (viz. kapitola 1.1.6). Jde o vozidlo Mercedes-Benz Sprinter, které je vybaveno nejmodernější technikou pro rozpoznávání a zaznamenávání proměnných parametrů vozovek při běžných rychlostech a podmínkách silničního provozu. Viz. Obr. 18.



Obr. 18: Multifunkční diagnostické vozidlo CleveRA Car společnosti VARS BRNO a.s. [39]

Toto nejmodernější zařízení dokáže proměřit při běžných rychlostech provozu od 15 do 100 km/h až 500 km/den. Detekuje trhliny vozovky, výtluky, vyjeté koleje, spoje a nerovnosti u betonových vozovek a další. Při šířce vozidla 2,5 metru dokáže skenovat pruh vozovky široký 4 metry ve 3D s rozlišením menším, než je jeden milimetr. Dále vyhodnotí makrotexturu, vytvoří z těchto skenů podrobný podélný profil složený z bodů o hustotě každých 5 milimetrů, nebo vytvoří mapu s polohou snímků jednotlivých nedostatků.

Není těžké si představit, jak obrovské množství možností využití se tímto správcům nabízí. O takových možnostech se odborníkům ještě před pár desetiletími ani nesnilo. Pokrok vědy a techniky je obrovský, ovšem jak vidíme, pokud se v moderní době budeme chtít podrobně zabývat možnostmi optimalizování řešení, například u problematiky hospodaření s mosty, již si nevystačíme pouze se shromažďováním a tříděním informací. Je zapotřebí disponovat opravdu odbornými znalostmi nejen stavebních a materiálových oborů, ale v neposlední řadě také například právě analytických procesů. Tyto jednotlivé hluboké znalosti z různých oborů je potom ještě zapotřebí dokázat vhodně kombinovat tak, abychom opravdu mohli věřit, že dosahujeme neoptimálnějšího možného řešení.

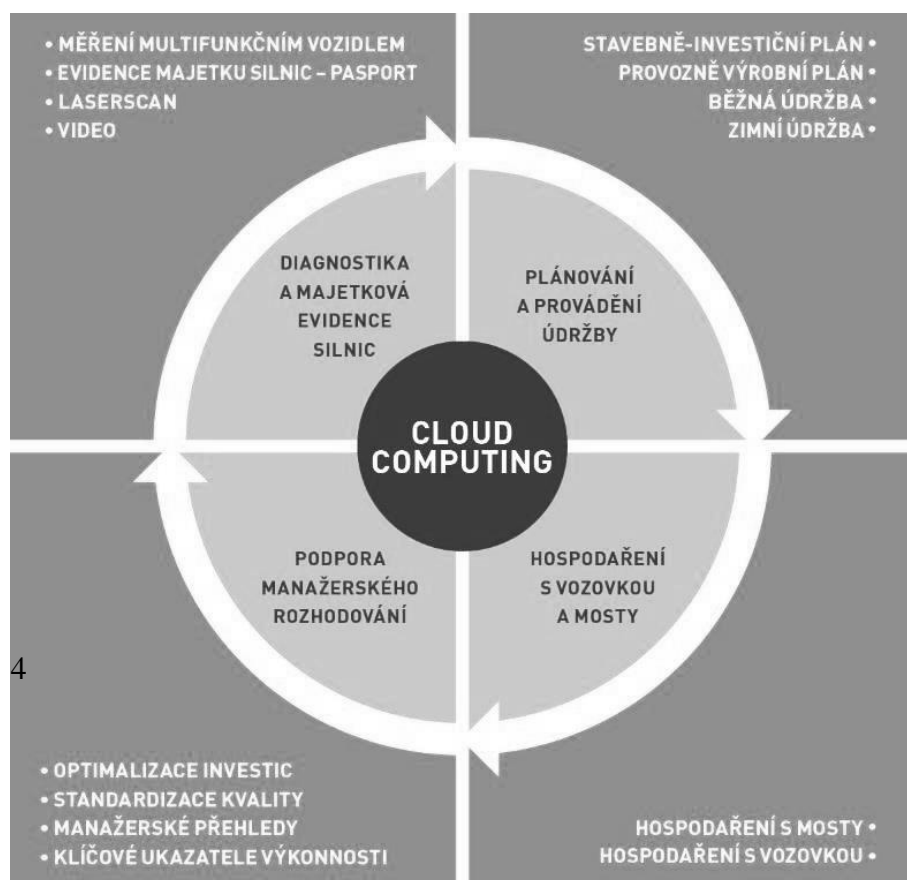
1.1.6 Správa mostů v ČR – BMS (Bridge Managemet System)

Jak již bylo popsáno v minulých kapitolách, u nás v ČR se již dlouhodobě potýkáme se stále se zhoršující situací stavebně technického stavu mostů. Není ovšem pravdou, že bychom se také s okolním moderním světem nesnažili jít ve vývoji technologií kupředu. Naopak, v posledních letech se i český správcovský systém dočkal významného pokroku.

Po vzoru západních sousedů byl také v ČR v roce 2001 zahájen výzkumný úkol s pracovním názvem „Systém hospodaření s mosty“, který byl financován z prostředků Ministerstva dopravy ČR. Oficiální zadání výzkumu zní: „Expertní řídicí systém pro posuzování mostů pozemních komunikací z hlediska jejich stavu, zatížitelnosti a použitelnosti, jejich porovnání z hlediska potřeby údržby, oprav a rekonstrukce a stanovení potřeby finančních prostředků pro údržbu, opravy a rekonstrukce“. Hlavním řešitelem tohoto výzkumného úkolu je sdružení firem VARS Brno a.s., Viapont s.r.o. a Pontex s.r.o. Tento projekt byl zprovozněn již v roce 2003, ovšem jeho dokončení na sebe nechalo čekat až do března 2004. Jde o projekt obdobný systému vytvořenému v Belgii, Bridge Management System (BMS). [35]

Jedná se o expertní systém (viz. kap. 1.1.5.) s celorepublikovou působností, jehož cílem je optimalizace údržbových a stavebních činností za účelem efektivnějšího vynaložení vložených prostředků. Sjednocuje metodiky vedení mostního pasportu, hodnocení stavu a systému hospodaření s mostními objekty pro správce všech mostů v ČR. Jeho výhodou je, že díky jednotnému celorepublikovému ucelení poskytuje rovnocenné informace všem správcům a umožňuje tak kvalitnější možnosti plánování. Tento systém je otevřený. To znamená, že je přístupný všem správcům a ostatním právnickým a fyzickým osobám (úroveň přístupu je dána přístupovými kódy pro různé úrovně – více dále). Další výhodou je, že systém není závislý na stávajícím, či budoucím územním uspořádání a přístup do něj může být libovolně měněn dle požadavku správce. Vlastní data mohou být spravována buďto na centrálním serveru u jednoho správce jako podsystém Informačního systému o silniční a dálniční síti ČR (ISSDS ČR), nebo na samostatných serverech přímo u správců.

System BMS byl mateřskou firmou VARS BRNO a.s. zařazen do jednoho pilíře rozsáhlého projektu CleveRA. Jde o produkt zaměřený na komplexní proces hospodaření s pozemními komunikacemi, který je rozdělen do 4 základních velkých sektorů (*Obr. 19.*). Tyto sektory zahrnují veškerou činnost správce pozemních komunikací a objektů na nich ležících a nabízejí tak široké spektrum využití. Zahrnují například projekt CleveRA Car, který byl stručně popisován v minulé kapitole.



Obr. 19: Oficiální schematické rozdělení procesu hospodaření s komunikacemi [38]

Podrobný popis všech sektorů převyšuje rozsah této práce a zároveň (protože se často jedná spíše o řešení analytických problémů) bychom se opět ve většině případů zabývali obory zcela odlišnými od našeho. Proto se budeme věnovat pouze problematice pilíře hospodaření s mosty.

Popis fungování BMS

Vzhledem k tomu, že systém BMS je určen všem správcům, právníkům a i fyzickým osobám fungujícím na mnoha pracovištích po celé České Republice, využívá architektury systému typu klient-server a komunikace probíhá prostřednictvím webového rozhraní. Pro nás, kterým tento IT slang není libý, se jedná v podstatě o internetovou aplikaci, která je přístupná na adrese: *bms.vars.cz*. Díky tomuto se může kterýkoliv uživatel na kterékoliv úrovni přístupu do systému přihlásit prostřednictvím internetu z libovolného počítače (pouze programové úpravy a doplňky mohou být prováděny jen z centrálního serveru). To vše bez nutnosti instalovat speciální software. Softwarová i hardwarová náročnost je velmi nízká a dovolím si tvrdit, že ji vyhoví téměř každý dnešní počítač s běžným připojením na internet a vybavením MS Office.

Během on-line aktualizace musí být uživatel připojen k internetu a všechny provedené změny jsou okamžitě (resp. po autorizaci) uloženy a jsou také ihned k dispozici i ostatním uživatelům.

Při návrhu informačního systému byl zohledněn požadavek, aby jeho pozdější provoz byl nenáročný a nekladl zvýšené požadavky na údržbu. V minulosti se totiž ukázalo, že největší část neočekávaných nákladů byla vynakládána právě na údržbu.

Systém je rozdělen do pěti základních modulů, které jsou vzájemně propojeny. Jsou to:

- EVIDENČNÍ MODUL
- INSPEKČNÍ MODUL
- ÚDRŽBOVÝ MODUL
- ADMINISTRATIVNÍ MODUL S KÓDY A ADMINISTRATIVOU
- FINANČNÍ MODUL

EVIDENČNÍ MODUL

Zajišťuje kompletní vedení mostního pasportu. Jsou zde obsažena kompletní data mostních objektů a podjezdů, včetně potřebné fotografické dokumentace pro vedení mostních listů.

Základem tohoto modulu jsou stávající data registru objektů Silniční databanky (SDB) ŘSD ČR, která byla kompletně převedena do BMS. Data jsou průběžně doplňována z mostních listů.

Základní informací o každé konstrukci v systému je její identifikátor (ID). Jde o systémové nezaměnitelné číslo, které konstrukci jednoznačně definuje a zůstává po celou dobu životnosti konstrukce totožné (na rozdíl od evidenčního čísla, které se může změnit).

Výstupem z evidenčního modulu je tisk mostního listu (včetně náčrtu), pasportu, přehledu stavu a zatížitelnosti.

INSPEKČNÍ MODUL

Umožňuje ukládání dat o provedených prohlídkách konstrukcí, tisk protokolů prohlídek a informace o opatřeních potřebných pro plánování spravování konstrukce.

Základem je tabulka s údaji o provedených prohlídkách s typem a datem prohlídky. Je zde také uveden zpracovatel a seznam oprávněných osob. Výsledky jsou evidovány v celém rozsahu, včetně přiložené fotodokumentace. Všechny prohlídky jsou opět přehledně chronologicky řazeny za sebou.

Návrhy opatření se přikládají okamžitě při popisu závad a v tom případě musí být ve formuláři uvedeno také přesné místo závady.

Jako poslední je uvedeno hodnocení péče o konstrukci a stanovení dalšího termínu prohlídky.

ÚDRŽBOVÝ MODUL

Tato sekce eviduje údržbové práce a opravy, které jsou na jednotlivých mostech požadovány a prováděny. Slouží tedy právě ke spravování údajů potřebných údajů při organizování a plánování prací. Je zde možno nejen plánovat, ale také evidovat předpokládané potřebné finanční prostředky a následně prostředky skutečně dosažené.

Požadavky na údržbu se dělí do čtyř kategorií.

- Malá (nestavební údržba)
- Velká (stavební údržba)

- Investice (opravy a rekonstrukce
- Průzkumné a projektové práce

Poslední částí této sekce je možnost vyhodnocení provedené práce, které by mělo sloužit pro statistické vyhodnocování efektivity a cen prací na konstrukcích.

ADMINISTRATIVNÍ MODUL

Tento modul slouží jako sekce pro spravování systému. Umožňuje autorizaci uživatelů a je možné jim v něm například přidělovat přístupová práva. Spravuje se v něm bezproblémový a nepřetržitý provoz systému.

Je zde také již nastaveno současné územní členění a tak se zde snadno přiřazují jednotlivé konstrukce do správy příslušným správcům.

FINANČNÍ MODUL

Finanční strategie je založena na analýze celkových nákladů včetně projektových prací, ceny stavby, prohlídek, údržby, oprav, či demolic mostů. Jsou zde také brány v úvahu náklady pro uživatele komunikace, které souvisí s životností mostu. Pro plánování je zde tedy nutné určit funkci celkových nákladů.

Metodika finančního modulu byla zpracována na základě doporučení, která byla vypracována v rámci projektu BRIME, rámci komise EU.

Uživatelská práce s BMS na „bms.vars.cz“

Jelikož jsme si již stručně popsali fungování a princip systému, čímž jsme na moment lehce odbočili od oboru, kterým se tato práce má prioritně zabývat, věřím, že tento krátký teoretický rozbor bude pro hrubou představu dostačující. V další podkapitole bychom se tedy podívali na praktickou stránku věci, kterou je přímo již uživatelské rozhraní zmiňované internetové aplikace.

Tuto kapitolu využiji zároveň jako částečně praktickou, neboť pro demonstraci systému budu zobrazovat informace o konstrukci, jenž je předmětem praktické části. Díky rozměrům screenů a rozlišení, kterého by bylo dosaženo při zmenšení obrázků, bude muset být většina uváděna jako obrázky na celou stranu.

Vzhledem k počtu takových obrázků budou zařazeny do *přílohy 3.1* a zde se pouze omezím na stručný popis s odkazem na tuto přílohu. Kvůli nešťastné volbě barevnosti a textury pozadí jsem nucen pro dosažení alespoň nějaké kvality vkládat obrázky ve stupních šedé.

Je také třeba uvést, že jakožto student VUT v Brně využívám tento nástroj pouze k informačním účelům pro tuto práci a nejsem držitelem jakýchkoliv rozšířených licencí a práv. Z toho důvodu zde budu uvádět pouze podobu rozhraní určeného pro fyzickou osobu, neboli širokou veřejnost.

Při první návštěvě systému je hned na první dojem patrné, že se jedná o pracovní nástroj, nikoliv komerční webovou stránku. Grafika je velmi jednoduchá a zpracování je přehledné. To vypovídá o již zmiňovaném požadavku při tvorbě na co nejmenší náročnost a hlavně bezúdržbovost systému.

Úvodní strana zobrazuje pouze tabulku pro přihlašování uživatelů (*Příloha 3.1, Obr. P1.1*), pár technických informací ke správnému fungování a kontaktní informace na správce systému. Nově jsou zde také uvedeny informace o přechodu na novou, aktualizovanou verzi – více v kapitole dále. Jak můžeme vidět právě zde se zadávají licenční přihlašovací údaje pro přístup do jednotlivých úrovní systému. Je zde ale také možnost vstupu pro veřejnost, tedy bez licencí, který využijeme.

Po vstupu se již vlevo zobrazí vyhledávací formulář (*Obr. P1.2*), přes který se lze dopátrat hledané konstrukce a vpravo ještě odkaz na dokumenty související se systémem a problematikou jako jsou metodiky fungování BMS, manuál k práci s BMS, či katalogy některých typových částí mostu, jako jsou mostní závěry, ložiska a jiné (*Obr. P1.3*). Vyhledání objektu je možné i v případě, že neznáme veškeré informace, které tabulka vyžaduje. Pro výpis nejbližších objektů v hledané lokalitě například postačí zadání kraje, okresu, obce a katastrálního území. Dostaneme výpis s jednotlivými oficiálními názvy objektů a staničením na komunikaci.

Pokud se nám podaří dosáhnout hledaného objektu, konečně se dostáváme do evidenčního modulu systému. Základní navigací je v horní části pás 12 karet.

- *Základní údaje* – Informace o komunikaci, unikátním čísle úseku, typu přemostění a hlavně správě mostu (*Obr. P1.4*).
- *Základní pasport* – Uvádí přehled základních konstrukčních rozměrů objektu, nebo rok a pořizovací cenu stavby (*Obr. P1.5*).
- *Nosná konstrukce* – Údaje o typu nosné konstrukce, způsobu uložení, technologii provedení a samozřejmě rozměrech NK (*Obr. P1.6*).
- *Spodní stavba* – Údaje o rozměrech, typu spodní stavby, materiálu a způsobu provedení (*Obr. P1.7*).
- *Stavebně technický stav a zatížitelnost* – Tato karta je výsledkem stavebně technických průzkumů a jsou na ní zobrazovány kategorie stavů včetně součinitele stavu dle hodnocení uváděného v předešlých kapitolách a také zatížitelnost konstrukce. Přehledně zde lze pozorovat zhoršování stavu konstrukce. (*Obr. P1.8*).
- *Náčrt* – Zde je možné nalézt přiložené upřesňující fotografie, např. náčrtu situace, či řezu konstrukce. (*Obr. P1.11*).
- *Prohlídky* – Výčet množství a typů provedených technických prohlídek včetně jmen řešitelů (*Obr. P1.9*).
- *Údržba* – náhled do údržbového modulu zobrazuje údržbové práce a opravy, které jsou na jednotlivých mostech požadovány a prováděny. (*Obr. P1.10*).
- *Doklady* – karta určená pro umístění dalších možných souvisejících dokumentů (*Obr. P1.12*).

- *RPH* – Reprodukční pořizovací hodnota – cena za kterou byl majetek pořízen + náklady na pořízení (doprava, montáž atd.) (*Obr. P1.13*)
- *Finanční modul* – Náhled do finančního modulu. Zobrazení roku výstavby, doby životnosti, stáří atd. (*Obr. P1.14*)

V průběhu provozu systému docházelo k rozšiřování funkčnosti a technologickým úpravám. Momentálně je v systému registrováno více jak 600 aktivních uživatelů a je zde evidováno celkem 19 625 mostů, 3 592 podjezdů a 4 093 propustků. V BMS bylo dosud zpracováno více než 149 000 prohlídek mostů.[37]

Nová verze BMS na „<http://bms.clevera.cz>“

Momentálně probíhá aktualizace celého systému a převodu dat do této aktualizované verze BMS především z důvodu technologického rozvoje a uživatelské přívětivosti.

Dojde k rozšíření funkčnosti některých modulů a budou zohledněny konkrétní požadavky a připomínky samotných uživatelů. Novinkou také bude, že nyní bude možné využívat systém také na mobilních zařízeních. Dále dojde k rozšíření evidence mostů (mostního pasportu) v návaznosti na novou změnu v normě ČSN 736220 – evidence mostů PK. Tato změna zahrnuje rozšíření mostního pasportu o evidenci ložisek, mostních závěrů, izolace mostovky, vybavení mostu, cizího zařízení a odvodnění. V inspekčním modulu bude rozšířena archivace dokladů. Nyní bude možno připojit projektovou dokumentaci, protokoly z prováděných měření apod.

Nová verze bude fungovat na nové adrese <http://bms.clevera.cz>. Momentálně již částečně funguje nahlížení do aktualizované verze, ovšem prozatím jsou převedeny pouze konstrukce některých správců. Hlavní změnou pro nás tedy zatím je pouze nové zobrazení objektů v mapě a možnost zobrazení

základních informací o vybraném mostě pouhým kliknutím (viz Obr. 20) – tedy ulehčení ve vyhledávání a orientaci mezi objekty. [37]



Obr. 20: Zobrazení objektů v mapě v nové verzi BMS

Příslušné organizace správců

Rozsah a obsah správcovských pravomocí uveden normami ČSN 73 6220 (Zatížitelnost a evidence mostů pozemních komunikací) a ČSN 73 6221 (Prohlídky mostů pozemních komunikací).

Správu mostů dříve vykonávaly příslušné jednotky Správy a údržby silnic (dále SÚS), které zajišťovaly běžné prohlídky mostních konstrukcí. Hlavní a mimořádné prohlídky byly ovšem věcí krajské správy Ředitelství silnic a dálnic. Celkové správcovství komunikací I. třídy potom přešlo pod správu příslušných krajských správ ŘSD a SÚS přešly od roku 2001 z majetku ČR do majetku krajů. Od roku 2002 byly prováděním hlavních prohlídek na silnicích II. a III. třídy pověřeny Správy krajských silničních sítí.

Pro zjednodušení lze uvést, že všechny objekty zařazené v BMS jsou rozděleny do skupin v návaznosti na územní členění. Primárně jsou děleny do třech úrovní.

Pro mosty na dálnicích a silnicích I. třídy jsou to:

- ŘSD ČR
- Závod, nebo krajská správa ŘSD ČR
- SSÚD (Středisko správy a údržby dálnic) nebo okres

Pro mosty na silnicích II. a III. tříd ve vlastnictví krajů jsou to:

- Krajský úřad
- Krajská správa silnic
- Okres (odpovídající SÚS atd.)

Pro města a další správce může být členění upraveno dle jejich potřeb

1.2 Dálnice D1

1.2.1 Historie a současnost

Historie dálnice D1 má kořeny až v začátcích minulého století. Stavba D1 byla schválena již 4. listopadu roku 1938. Tehdy bylo celkovým záměrem propojení Prahy a Podkarpatské Rusi. Se stavbou první české dálnice se započalo 2. května roku 1939, ale práce byly přerušeny nastávající 2. světovou válkou.

Po skončení druhé světové války na našem území chátralo celkem 188 km rozestavěných dálnic. Těsně po válce byla výstavba znovu obnovena pouze v omezeném rozsahu a v roce 1950 došlo dokonce k jejímu definitivnímu zastavení. V roce 1963 byla schválena páteřní síť českých dálnic a počítalo se samozřejmě i se stavbou D1. Proti původním plánům z roku 1939 však bylo nutné provést pár drobných úprav a proto dnes můžeme různě narazit na torza opuštěných a nedostavěných mostů v okolí vodní nádrže Švihov (Želivka) ze třicátých a čtyřicátých let minulého století.

Výstavba dnešní podoby dálnice započala v roce 1967 a již v roce 1971 byl otevřen první dálniční úsek u nás. Souvislý tah mezi Prahou a Brnem byl dokončen 8. listopadu roku 1980. V dalším sledu let byly otevírány úseky za Vyškovem a v roce 2009 proběhlo významné napojení měst Kroměříže a Ostravy.

Je logické, aby dálnice spojující tři největší města v zemi nesla název D1. Proto je dálnice od Holubic u Brna až do Vyškova, která byla původně stavěna jako dálnice D47, v momentě uvedení do provozu označována jako D1. Později se pod tah D1 také začlenila a tak bude největší česká dálnice po svém dokončení mezi Prahou a polskou dálnicí A1 dosahovat délky 377 km.

Dnes je D1 mezi Prahou a Brnem nejvytíženější dálnicí v zemi. Intenzity provozu v obou směrech čítají u Prahy téměř 100 000 voz./24h. U Brna se pak

počítá cca 70 000 voz./24h. Proto již i tato novodobější stavba prodělává úpravy v rámci modernizace. První takovou bylo například v letech 1996 – 1999 rozšíření dopravních proudů na prvních 21 km v úseku Praha – Mirošovice ze 4 jízdních pruhů na šest. [42]

1.2.2 Modernizace dálnice

Po desítkách let provozu je dálnice na konci plánované životnosti a je nutné přistoupit k celkové modernizaci. Cementobetonový kryt vozovky vykazuje poruchy v podobě trhlin a výškového posunu cementobetonových desek, což má za následek známý nepříjemný rázový a akustický doprovod spojený s jízdou po takovém povrchu. Na asfaltobetonovém krytu se objevují vyjeté koleje a plošný rozpad. Místní opravy těchto poruch již nejsou nadále efektivní a významně zatěžují rozpočet dopravní infrastruktury. Z toho důvodu je nutné postupně modernizovat celých 160,8 km v úseku Mirošovice – Kývalka.

Jedním z důležitých bodů modernizace je úprava kategorie komunikace ze stávající D26,5 na kategorii „D28“. Jde o kategorii D27,5 s rozšířeným středním dělicím pásem o 0,5 m. Také dojde k rozšíření zpevněné krajnice (odstavného pruhu) dálnice na každé straně o 0,75 m a tím ke zvýšení bezpečnosti v případě odstavení vozidla. Tímto rozšířením se naskytne možnost v případě potřeby zavést režim provozu 2+2, který momentálně není možný a proto v případě uzavírek vznikají nepříjemnosti způsobené zúžením na režim 2+1. Dalšími body modernizace jsou:

- Oprava konstrukce vozovky s novým betonovým povrchem 21. století
- Úprava odbočovacích a připojovacích pruhů a dělicího pásu
- Rozšíření dálničních mostů a nadezdů
- Oprava kanalizace a její doplnění o bezpečnostní prvky
- Výměna svodidel v celém úseku
- Modernizace stávajícího tísňového systému SOS
- Doplnění telematických zařízení
- Výměna kabelových vedení v dělicím pásu
- Doplnění protihlukových opatření

Modernizace je rozdělena na 21 dílčích úseků. Základním kritériem pro rozdělení na úseky bylo rozdělení na mezikřižovatkové úseky. Součástí stavebního úseku je vždy jedna mimoúrovňová křižovatka. Tímto způsobem bylo rozčleněno celkem 21 úseků o délkách od 3 do 14,7 kilometru. [43]

Objekt, jenž je předmětem této DP se nachází v úseku číslo 6, EXIT 49 Psáře – EXIT 56 Soutice a to přímo u EXITU 56.

2. PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Úvod

Jako předmět této diplomové práce jsem po konzultaci se svým vedoucím práce zvolil diagnostický průzkum mostní konstrukce. Konkrétně se jedná o celkovou práci sestávající se ze třech na sebe navazujících průzkumů, které na základě objednávky ŘSD ČR byly vypracovány firmou Pontex s.r.o. jako součást projektu modernizace D1.

V první fázi zakázky šlo především o odborné zhodnocení aktuálního stavu celé mostní konstrukce (včetně všech jejích součástí) pro možnost návrhu a plánování projektu modernizace. Po uvažení výsledků první části bylo zadavatelem rozhodnuto o částečné rekonstrukci spodní stavby objektu a tedy zadání druhé části spočívalo v určení rozsahu degradace konstrukce spodní stavby, nebo-li rozsahu rekonstrukčních prací. Vzhledem ke skutečnosti, že přemostění dálniční dopravy přes komunikaci nižší třídy je řešeno dvěma sousedícími mosty, naplní třetí částí bylo zhodnocení aktuální únosnosti stavu nosné konstrukce a uvažení možnosti dočasného převedení dopravy na jeden z mostů. Jednodušeji řečeno, zhodnocení možnosti zavedení dopravního režimu 2+2 dopravní pruhy (namísto stávajícího režimu 1+3), tedy navýšení zatížení dopravou.

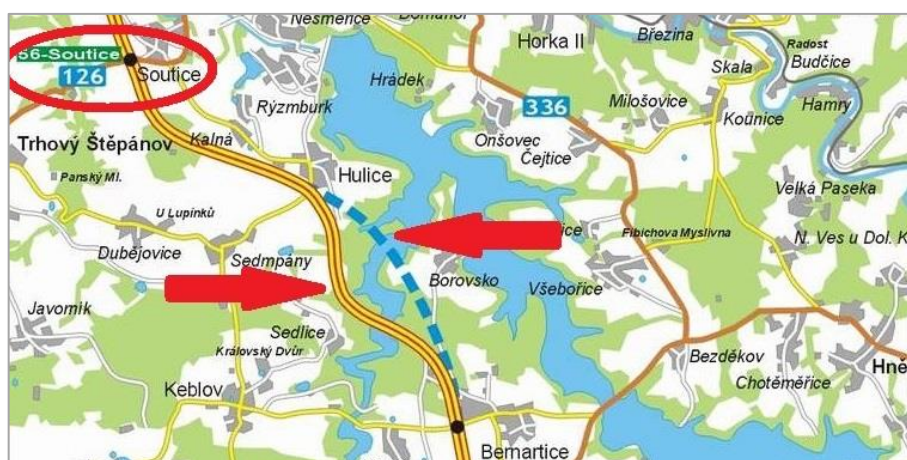
2.2 Popis objektu

Předmětem řešení práce je dálniční mostní objekt, převádějící dálniční komunikaci D1 přes silnici II/126. Silnice II/126 spojuje obce Trhový Štěpánov a Soutice, přičemž řešený objekt leží v těsné blízkosti obce Soutice. Přemostění je řešeno dvěma sousedícími mosty, přičemž řešený (index ..1) je ve směru do Brna.

Jde o jednoduchou jednopolovou konstrukci, tedy spodní stavbu tvoří pouze dvě krajní ŽB monolitické opěry. Jeden dopravní proud v tomto úseku tvoří celkem tři jízdní pruhy a na mostě se nenacházejí žádné dopravní prostory pro pěší. V bezprostřední blízkosti mostu nevede žádná vodoteč a ani jiné přírodní, či umělé překážky, které by znesnadňovaly přístup ke spodní stavbě konstrukce, nebo nosné konstrukce.

2.2.1 Historie objektu

Podle tehdejšího oficiálního členění dálnice D1 leží naše mostní konstrukce na pomezí úseku číslo 008 a 009, tedy úseky Šternov – Soutice a Soutice – Locket. Výstavba tohoto dálničního úseku započala v roce 1969 a povětšinou se nechala inspirovat starším trasováním z projektu dálnice z roku 1938, ovšem z důvodu zatopení vodní nádrží Švihov na řece Želivce nebylo možné pro novou stavbu využít původní mosty přes údolí Sedmpanského potoka a údolí Sedlického potoka u Borovska z let 1939 – 1942 a 1945 – 1950. Dálnice musela být vedena novou trasou, vyhybající se přehradní nádrži. (Obr. 21)



Obr. 21: Změna trasy původního projektu a lokalizace objektu [40]

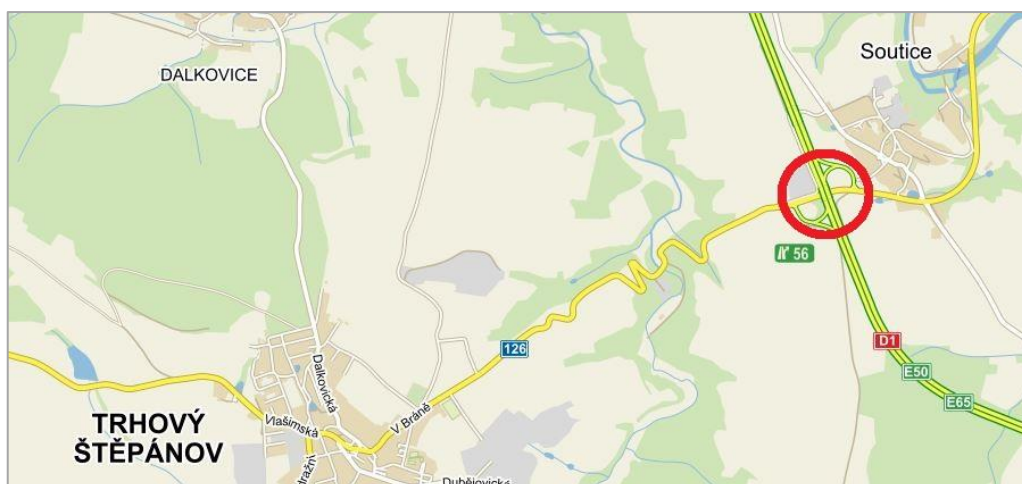
Řešený objekt sice neleží přímo v místě změny trasy a tedy leží stále na prvotně plánovaném místě (původní staničení však bylo km 54,20), ovšem samotná stavba již také není původní. Původní dálniční most nebyl při přestavbě použit a během nové výstavby byl stržen. Na jeho místě byl přes silnici II/126 vybudován nový most. Z první stavby se nic nedochovalo.



Obr. 22: Původní stavba mostu z let 1939 – 1942 [40]

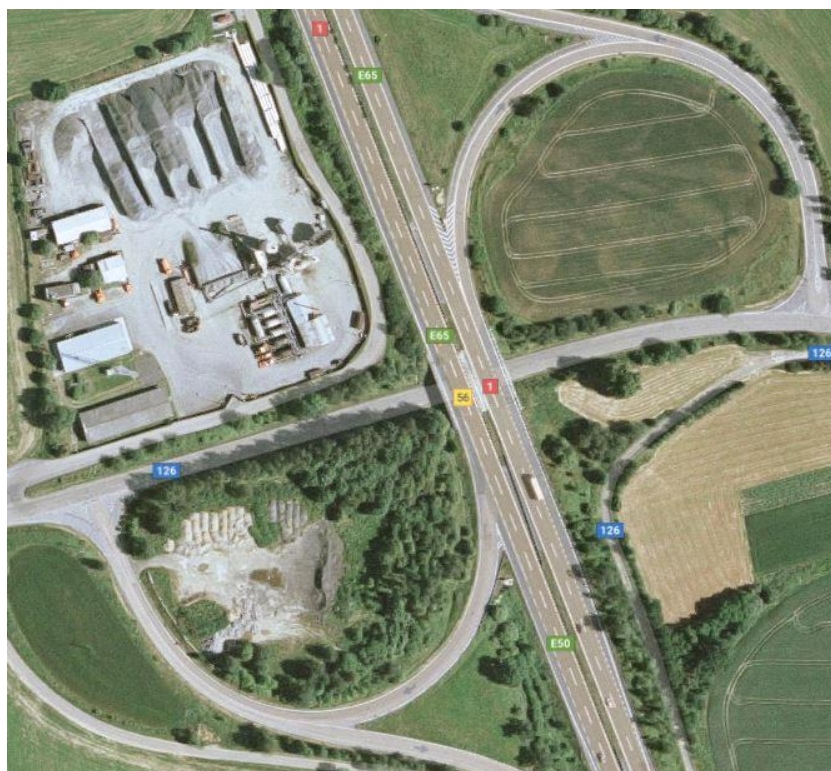
2.2.2 Lokalizace objektu

Objekt leží na průsečíku dálnice D1 (ve staničení km 56,195 ve směru z Prahy do Brna) a silnice II/126. Východním směrem leží v těsné blízkosti obec Soutice, ze které vede právě přemostňovaná komunikace 126 na Trhový Štěpánov, který leží necelé 4 km jiho-západním směrem. (viz. Obr. 23)



Obr. 23: Lokalizace řešené konstrukce v mapě [41]

Konstrukce leží přímo ve středu mimoúrovňové křižovatky osmičkového typu, která umožňuje sjezd, či napojení na dálnici v obou směrech. (Obr. 24)



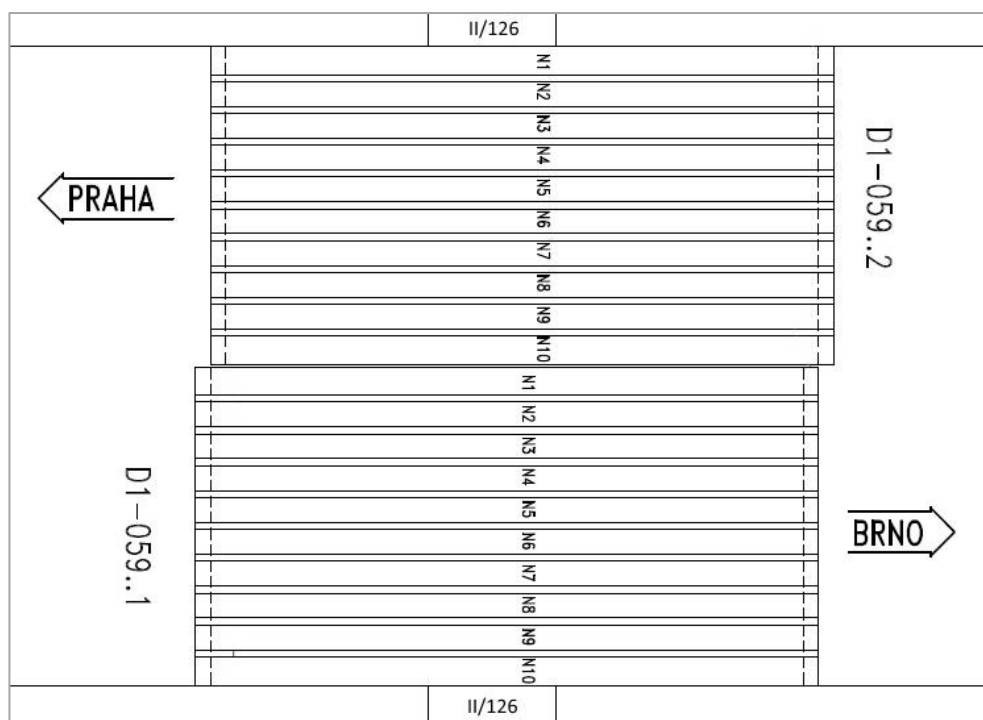
Obr. 24: Mimoúrovňová křižovatka silnice II/126 a dálnice D1 [41]

V bezprostřední blízkosti mostní konstrukce leží severo-západním směrem průmyslový prostor. Přesněji se jedná o obalovnu společnosti COLAS CZ a.s. V případě rozsáhlejších prací na mostě by toto místo sice bylo nejvhodnějším a nejbližším pro možnost umístění zařízení staveniště, ovšem i tak je vzdálenost od konstrukce dostatečná pro samotné práce. Dalšími nejbližšími stavbami jsou až budovy obce Soutice vzdálené necelých 0,5 km.

2.2.3 Základní údaje o konstrukci

Název:	Dálniční most přes sil. II/126 – Trhový Štěpánov – Zruč n/Sáz. u Soutic
Ev. č. mostu:	D1 – 059..1 (most směr Brno – viz. <i>Obr. 25</i>)
Číslo komunikace:	D1 – dálnice – kategorie D26,5/120
Přemost'ovaná kom.:	II/126 - silnice
Staničení v km:	56,195 km (směr staničení z Prahy do Brna)
Kraj:	Středočeský
Okres:	Benešov
Obec/K.ú.:	Soutice
Správce:	ŘSD ČR – Závod Praha SSÚD 2 Bernartice
Rok výstavby:	1978 (stáří 38 let)
Šikmost:	100g (kolmý)
Délka mostu:	36,75 m
Délka přemostění:	24,80 m
Šířka mostu:	15,20 m
Šířka mezi zábradlím:	12,75 m
Stavební výška:	1,50 m
Úložná výška:	1,80 m
Výška nad terénem:	7,25 m
Nosná konstrukce:	Staticky určitá konstrukce o 1 poli 10 x I – 67, dl. 27 m (prefa. předp. nosníky – viz. <i>Obr. 25</i>) Typová ocelolitínová ložiska
Spodní stavba:	Masivní, betonové, monolitické opěry z B170, 2 x 15,50m Úložný práh ŽB 250

Plocha mostu: 410,40 m²
 Plocha vozovky: 344,25 m²
 Povrch komunikace: Živice
 Chodník: Není



Obr. 25: Schematická dispozice sousedních mostů

2.2.4 Podrobnější popis jednotlivých částí

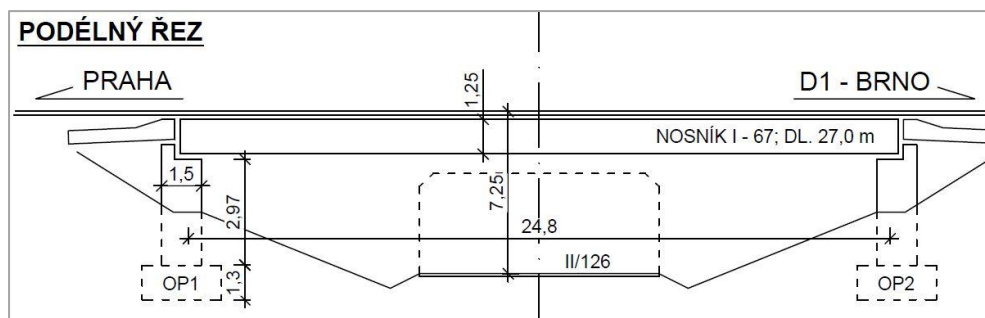
Spodní stavba je tvořena dvěma monolitickými železobetonovými opěrami s uváděnou pevnostní kategorií B170 podle tehdejší normy ČSN 73 2001:1970. Tato odpovídá dnešnímu označení pevnostní třídy C12/15. Úložný práh potom byl podle stejnojmenné normy označován jako B250, což odpovídá dnešnímu označení mezi C16/20 a C20/25. Dřík opěry o mocnosti 1,5 metru je pro jeden most délky 15,50 metru, celkem tedy 31 m. Jako opěra s označením OP1 je uvažována opěra pražská. Opěru brněnskou označujeme jako OP2. Schematický náčrt podélného řezu konstrukcí podle materiálu dostupného na BMS je uveden na Obr. 26.(z důvodu čitelnosti překresleno).

Založení spodní stavby nebylo z důvodu zakrytí opevněným zemním tělesem v době prohlídek přístupné. Podle doložených podkladů se ale pravděpodobně jedná o založení plošné.

Mostní křídla jsou rovněž z monolitického betonu a jsou vedena rovnoběžně s osou převáděné komunikace.

Mostní ložiska na která jsou uloženy nosníky NK jsou typová ocelolitinová. Na opěře 1 jsou použita pevná, vahadlová. Na opěře 2 se nachází válcová ložiska.

Mostní závěr – na OP1 je použito podpovrchové překrytí dilatační spáry. Nad OP2 je potom osazen závěr typu GHH A30.



Obr. 26: Schematický náčrt podélného řezu

Na mostě se nachází třípruhová vozovka se živičným krytem jednostranného příčného sklonu. Izolační systém je celoplošný NAIP.

Římsy na mostě jsou monolitické železobetonové. Pravá, vnější, římsa je osazena zábradelním svodidlem s pásnicí NH. Levá strana je osazena typovým ocelovým svodidlem s pásnicí NH. Součástí pravé římsy na straně vozovky je pak odvodňovací žlábek.



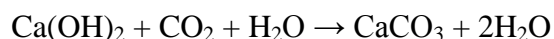
Obr. 27: Náhled na skutečný stav mostu

2.3 1. Fáze – Hodnocení celkového stavu konstrukce

2.3.1 Stanovení hloubky karbonatace betonu – Rainbow Indicator

Karbonatace betonu

Nový beton poskytuje přirozenou ochranu ocelové výztuže před korozí. V bezporuchovém stavu má nezkarbonatovaný beton až $\text{pH}=12,5$ a v takovém zásaditém prostředí je výztuž výborně chráněna proti agresivním vnějším vlivům okolního prostředí. Problém nastává v průběhu času, kdy má porézní beton tendenci nasávat okolní vlhkost do své struktury. Společně s vlhkostí proniká do betonu také oxid uhličitý (CO_2), který reaguje se zásaditými složkami a způsobuje karbonataci. Proces hydroxidu vápenatého lze popsat rovnicí:



Zásaditý Ca(OH)_2 se při styku s kyselým plynným CO_2 a H_2O transformuje na uhličitán vápenatý a vodu. Dochází ke snižování hodnoty $\text{pH} \leq 9,0$ a snížení koncentrace Ca(OH)_2 , což vyvolává jeho další rozpouštění. To má za následek vyplňování pórů vyluhovaným kalcitem. Vznikající karbonát zaujímá větší objem, než původní Ca(OH)_2 a v konečném důsledku mohou způsobovat velké pórové tlaky, které mohou zapříčinit i ztrátu soudržnosti betonu.

Pokud karbonatace dosáhne až k ocelové výztuži, dochází k rychlému procesu koroze. Korozní zplodiny mají několikanásobně větší objem a přes zanesené póry se nedostávají ven, což se projeví destrukcí povrchových krycích částí betonu a obnažením výztuže. Tyto procesy se odehrávají především v oblasti trhlinek a méně kvalitního betonu.

Karbonataci způsobuje řada činitelů. Významnými jsou například voda (mráz), oxid siřičitý, nebo soli. Jak již bylo uvedeno výše, hloubka a rychlost karbonatace je však závislá také na vlastnostech betonu jako je stáří, propustnost a vlhkost. Nejsilnější karbonatace potom nastává při relativní vnitřní vlhkosti materiálu 50 ~ 75%.



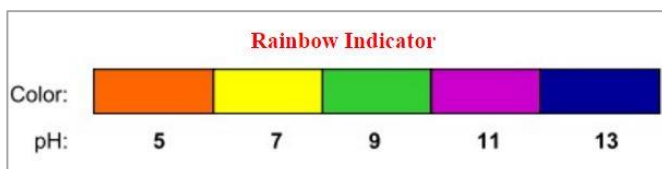
Obr. 28: Schema rozvoje degradace krycí vrstvy betonu a výztuže [44]

Metoda RAINBOW INDICATOR – firma Germann Instruments

Pro měření hloubky karbonatace betonu se používá různých indikátorů stupně karbonatace. Jedná se o látky, které v závislosti na kyselosti/zásaditosti materiálu reagují a dávají nám zpětnou vizuální vazbu v podobě zbarvení testované plochy. Barevnost se porovnává se vzorníkem, který určuje hodnotu pH. Nejčastěji používanou a všeobecně známou je metodou je zjišťování fenolftaleinem.

Metoda RAINBOW INDICATOR byla vyvinuta firmou Germann Instruments, která se již téměř čtvrt století zabývá NDT zkouškami ŽB konstrukcí. Tato firma má hlavní zastoupení v Dánsku, USA, Lucembursku a také jinde v Evropě a Asii.

Přesnost metody RAINBOW INDICATOR byla korelována na základě petrografických analýz pro širokou škálu betonů v různém složení. S nebo bez chloridů vápenatých a popílků, pro různé poměry vody a cementu, pro rozdílné stupně konsolidace a odlišné způsoby zpracování. Výsledky ukázaly, že přesnost použití této metody pro případ hodnoty pH = 9 se v závislosti na hloubce karbonatace u běžného betonu může uvažovat 10 ~ 15%. [45]



Obr. 29: Stupnice zbarvení udávaná výrobcem [45]



Obr. 30: RAINBOW INDICATOR [45]

Provedení zkoušky

Zjištění hloubky karbonatace bylo prováděno na samostatně upravených a očištěných zkušebních místech. Průběh byl kontrolován do takové hloubky, ve které již hodnota pH zaručuje dostatečnou pasivaci výztuže, nebo případně do hloubky výztuže zjištěné nedestruktivně, nebo zastížené v místě.

Celkem byla zjišťována 3 zkušební místa. Po dvou na spodní stavbě a jedno na nosné konstrukci. Pro měření byl použit acidobazický indikátor RAINBOW

INDICATOR. Uvažovaná mezní hodnota, při které beton přestává plnit svou funkci je na přechodu pH 9 a 10, v rámci zkušební metody jako hranici uvažujeme hodnotu $\text{pH} \leq 9$.

Popis výsledků jednotlivých zkoušek je uveden v *Tab. 6*.

Ozn.	Zkušební místo	Průběh karbonatace [hloubka : pH]	Hloubka karbonatace
K1a	LM, OP2, bok levé plentovací zídky	0 - 5 mm : 9 > 5 mm : 11 - 13	5 mm
K1b	LM, OP2, čelní plocha levé plentovací zídky	0 - 8 mm : 7 - 9 > 8 mm : 11 - 13	8 mm
K2	hrana nosníku N1, cca 1 m od OP2	0 - 2 mm : 7 - 9 > 2 mm : 11 - 13	2 mm

Tab. 6: Popis zkušebních míst a hodnoty naměřených pH



Obr. 31: Zkušební místo K2 hrana nosníku N1 – zkouška karbonatace

Závěr zkoušky

Zjištěná hloubka zkarbonatované povrchové vrstvy betonu na spodní stavbě je 5 až 8 mm. Na nosné konstrukci a tedy prefabrikovaném kvalitnějším betonu byla zjištěna hloubka karbonatace pouhé 2 mm. V místě degradovaného betonu a obnažené výztuže však byla zjištěna karbonatace až 15 mm, což odpovídalo vzdálenosti uložení této výztuže od původního líce nosníku.

Ve výsledku rozsah karbonatace nepředstavuje zásadní problém z hlediska ochrany výztuže spodní stavby, avšak ve spojení s dalším postupem negativních vlivů není výztuž lokálně dostatečně pasivována.

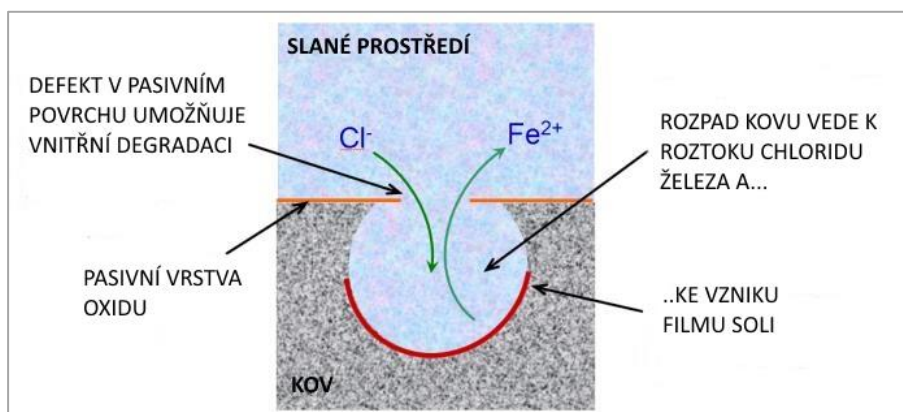
Vzhledem k minimální tloušťce krycí vrstvy na NK je v rámci případné opravy mostu vhodné provést sanační opatření na zajištění pasivity do budoucna. Např. nátěr, nebo stěrka.

2.3.2 Chloridový test – zkoušky RCT

Vliv chloridových iontů

Používání posypových solí k zajištění sjízdnosti a schůdnosti veřejných komunikací je v naší zemi, stejně jako v jiných zemích EU považováno za naprostou samozřejmost. V ČR je spotřebováno cca 150 – 200 tis. tun soli ročně. Dlouhodobým používáním bylo zjištěno, že chlorid sodný (kuchyňská sůl) je nejvhodnějším posypovým prostředkem ať už z výrazného hlediska ceny, nebo přiměřeného vlivu na životní prostředí. Ostatní zkoušené alternativy byly v první řadě ekonomicky nevýhodné.

Chlorid sodný není uváděn přímo jako látka prvotně škodlivá betonu, ovšem o jeho škodlivosti se mluví ve spojení s korozí ocelové výztuže. V poslední době se již řada lidí začíná věnovat i vlivu chloridů na samotný beton a ukazuje se, že v kombinaci se zmrazovacími cykly nepůsobí na beton pouze zvětšováním objemu při krystalizaci, ale také chemickými reakcemi se samotnými složkami betonu. Dalším vlivem je například prohloubení vlivu mrazu. [47]



Obr. 32: Znárodnění principu degradace kovů chloridy [46]

Germann Instruments – RCT (Rapid Chloride Test)

Zkoušky RCT slouží k orientačnímu stanovení chloridových iontů v závislosti na hloubce.

Měření množství chloridů bylo prováděno pomocí měřicí soupravy RCT fy. Germann – jde o měření procenta chloridů v kyselinovém výluhu práškového vzorku betonu. Jedná se o zkoušení práškového vzorku získaného vrtáním do struktury betonu. Vzorek se smíchá s určitým množstvím extrakční kapaliny a důkladně se po dobu 5 minut promíchá. Extrakční kapalina je určena k eliminaci rušivých iontů (např. sulfidové) a extrahuje ionty chloridové ze vzorku.

Do promíchaného roztoku se ponoří kalibrovaná elektroda, která vyjadřuje procento obsahu z betonové hmoty. Kalibrace byla provedena na základě četných korelací, které byly provedeny mezi výsledky RCT testů touto metodou a standardními laboratorními měřeními v různých nezávislých testech například ve Švédsku a USA. Zkoušeno bylo na vzorcích se známým obsahem iontů zavedených do prášku difuzí. [48]



Obr. 33: Měření RCT [48]

Přesnost výsledků RCT touto metodou je velmi dobrá. Průměrná odchylka výsledků ze známého množství chloridů je $\pm 4\%$.

Provedení zkoušky

Zkouška RCT měřicí soupravou od firmy Germann Instruments byla provedena celkem na 3 zkušebních místech, kde bylo odebráno po 4 vzorcích z různých hloubek. Celkem se tedy stanovil chemický rozbor pro 12 práškových vzorků betonu. Zkušební místa byla vybrána v oblastech s výraznějšími projevy zatékání, průsaků, či výluhů pojiva. První místo s označením vzorků 1A-1D bylo

zvoleno těsně pod úložným prahem OP2 v místě viditelného zatékání. Druhým místem s označováním 2A-2D byla zvolena dobetonávka mezi prefabrikovanými nosníky N1 a N2 ze spodního líce cca 4,5 m od OP1 v místě zatékání. Poslední místo bylo voleno na NK nosníku N1, levém líci, v blízkosti OP1.

Procentuální hodnoty iontů Cl z hmotnosti betonu naměřené ve vzorcích byly dle kvality betonu a tedy předpokládaného množství cementu na 1 m³ betonu přepočteny na hodnoty procenta Cl z hmotnosti cementu.

Měřené hodnoty jsou v tabulce *Tab. 7*.

	Popis	1. MĚŘENÍ		2. MĚŘENÍ		Koef. K	%Cl k hmot. cementu	Hl. [mm]
		[mV]	[%Cl-]	[mV]	[%Cl-]			
1A	OP2, úložný práh , pod spárou mezi nosníky N1 - N2, vedle porušeného betonu	3	0,348	4	0,334	6,0	2,04	0 - 10
1B		-5	0,480	-6	0,5	6,0	2,94	10 - 25
1C		10	0,262	11	0,252	6,0	1,54	25 - 40
1D		20	0,175	20	0,175	6,0	1,05	40 - 55
2A	NK, dobetonování spáry mezi nosníky N1-N2, cca 4,5 m za OP1 do pole, zatékání	-8	0,542	-9	0,564	5,8	3,21	0 - 10
2B		2	0,362	2	0,362	5,8	2,1	10 - 25
2C		8	0,284	7	0,296	5,8	1,68	25 - 40
2D		5	0,321	5	0,321	5,8	1,86	40 - 55
3A	NK, nosník N1, levý líc , u opěry OP1, slabé zatékání	45	0,064	46	0,061	5,1	0,32	0 - 10
3B		61	0,034	62	0,033	5,1	0,17	10 - 25
3C		74	0,021	73	0,022	5,1	0,11	25 - 40
3D		53	0,046	53	0,046	5,1	0,24	40 - 55

Tab. 7: Odebrané vzorky RCT



Obr. 34: Odběrné místo RCT s označením 1 – úložný práh OP2

Závěr zkoušky

Ve všech odebraných vzorcích byly zjištěny zvýšené koncentrace Cl iontů. Výsledky byly porovnávány s hodnotami uváděnými v normě ČSN EN 201-1, kde

je limitní hranice obsahu chloridových iontů pro železobeton uváděna jako 0,4% a hranice pro předpjatý beton je 0,2% hmotnosti cementu. Tyto hodnoty jsou interpretovány jako dolní mez intervalu, kdy začínají chloridy přispívat k urychlení koroze oceli a nad kterými tedy beton považujeme za kontaminovaný.

- Úložný práh OP2 2,94% > 0,4%
- Dobetonávka mezi nosníky NK 3,21% > 0,4%
- Prefa. předpjatý nosník I-67 0,32% > 0,2%

Ve všech odběrných místech je kontaminace patrná i ve 4. hloubce měření, tedy téměř až v hloubce 60 mm. Tendence klesání kontaminace je však zřetelná.

Zvýšené riziko koroze výztuže je v místech zatékání akutní. Tuto skutečnost dokládá silná koroze již probíhající.

2.3.3 Kontrola tloušťky krycí vrstvy

Ověřování krycí vrstvy betonu bylo prováděno nedestruktivně, pomocí magnetického indikátoru výztuže Hilti Ferroskan PS 200. Celkem bylo provedeno 25 měření pro ověření tloušťky vrstvy a zjištění polohy výztuže.

Zkoušky byly zaměřeny na prefabrikáty NK a dobetonávky mezi sparami.

Popis NDT metody

Tato nedestruktivní metoda je založena na elektromagnetickém principu. Využívá magnetických vlastností hledaného materiálu, kdy přístroj vyhodnocuje změnu v magnetickém obvodu. V praxi to pro nás znamená, že plynule posouváme přístroj po povrchu zkoumaného prvku a přístroj zaznamenává polohu výztuže uložené příčně na směr posunu. Indikování výztuže je doprovázeno akustickým signálem a přístroj v ten moment zaznamenává staničení a zakresluje pozici do grafu. Výhodou je rychlost, „nedestruktivita“, možné získání grafických výstupů, uložení do paměti a následné zpracování na počítači. Nevýhodou je relativně malý dosah (0 – cca 100 mm), i když pro účely zjišťování krycí vrstvy bohatě vystačí.

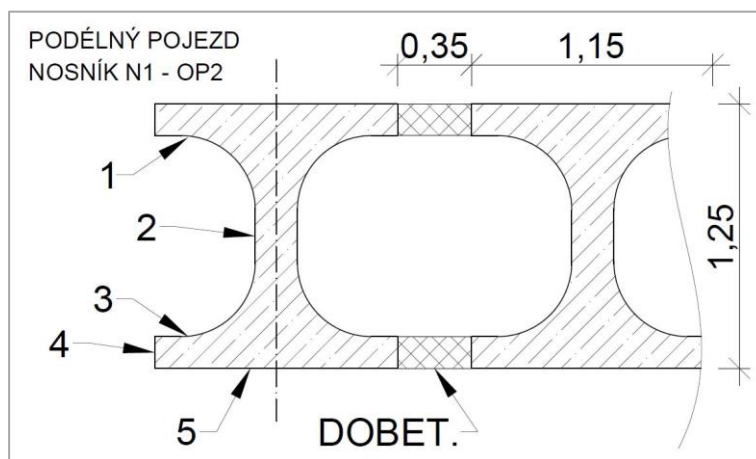
Průběh a výsledky zkoušky

Tloušťka krycí vrstvy je dle požadavků pro zkoušené monolitické prvky minimálně 45 mm (SAP XF4 resp. XF2) a pro prefabrikáty lze připustit 40 mm.

Prováděno bylo 25 skenů, z toho 24 liniových a jeden plošný. Viz. Tab. 8.

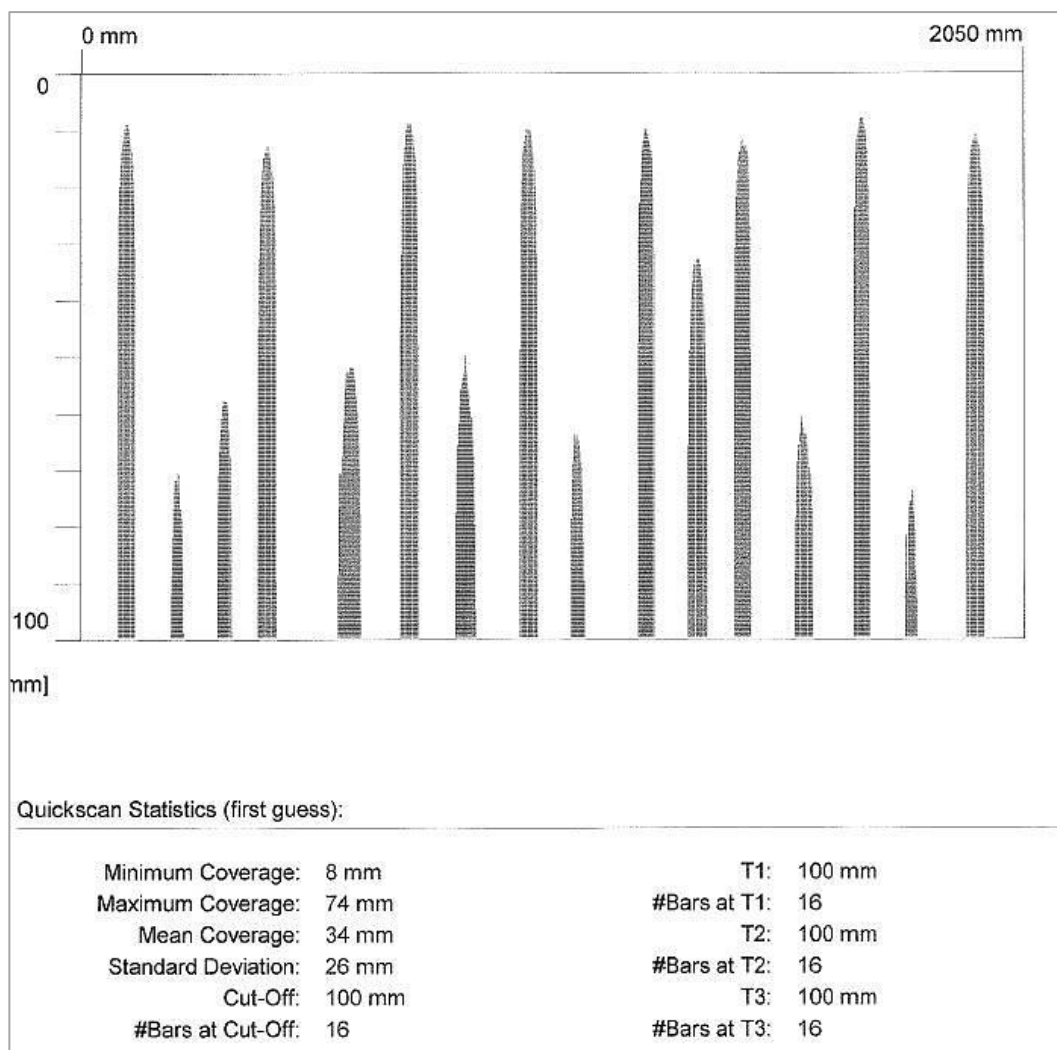
Číslo	Místo	Tloušťka [mm]
1	Pojezd 1, N1 v blízkosti OP2	10
2	Pojezd 2, N1 v blízkosti OP2	10 - 15
3	Pojezd 3, N1 v blízkosti OP2	30 - 45
4	Pojezd 4, N1 v blízkosti OP2	0 - 5
5	Pojezd 5, N1 v blízkosti OP2	10 - 15
6	Plošný sken, Stojina nosníku N1, cca 3 m od OP2, v místě šikmé trhliny v trase předpínací výztuže	-
7	Liliový sken, spodní líc N1 podélně u OP2	5 - 15
8	Liliový sken, dobetonávka N1 - N2 u OP2	5 - 15
9	Liliový sken, spodní líc N2 podélně u OP2	5
10	Liliový sken, dobetonávka N2 - N3 u OP2	10 - 40
11	Liliový sken, spodní líc N3 podélně u OP2	5
12	Liliový sken, dobetonávka N1 - N2, nad opěrou u OP2	10 - 15
13	Liliový sken, dobetonávka N2 - N3, nad opěrou u OP2	15 - 20
14	Liliový sken, dobetonávka N3 - N4, nad opěrou u OP2	10
15	Lin. sken, líc úložného prahu OP2, vodorovně N1 - N2	20 - 25
16	Lin. sken, líc úložného prahu OP2, vodorovně N2 - N3	40
17	Liliový sken, spodní líc N1 podélně u OP1	10 - 20
18	Liliový sken, dobetonávka N1 - N2 u OP1	35 - 40
19	Liliový sken, spodní líc N2 podélně u OP1	5 - 15
20	Liliový sken, dobetonávka N2 - N3 u OP1	35 - 45
21	Liliový sken, spodní líc N3 podélně u OP1	20
22	Pojezd 1, N1 v blízkosti OP1	5
23	Pojezd 2, N1 v blízkosti OP1	15
24	Pojezd 3, N1 v blízkosti OP1	30 - 50
25	Pojezd 4, N1 v blízkosti OP1	0 - 10

Tab. 8: Tabulka popisu míst skenů a jednotlivých výsledků



Obr. 35: Schema pojezdů kontroly krytí na prefa nosnících I – 67

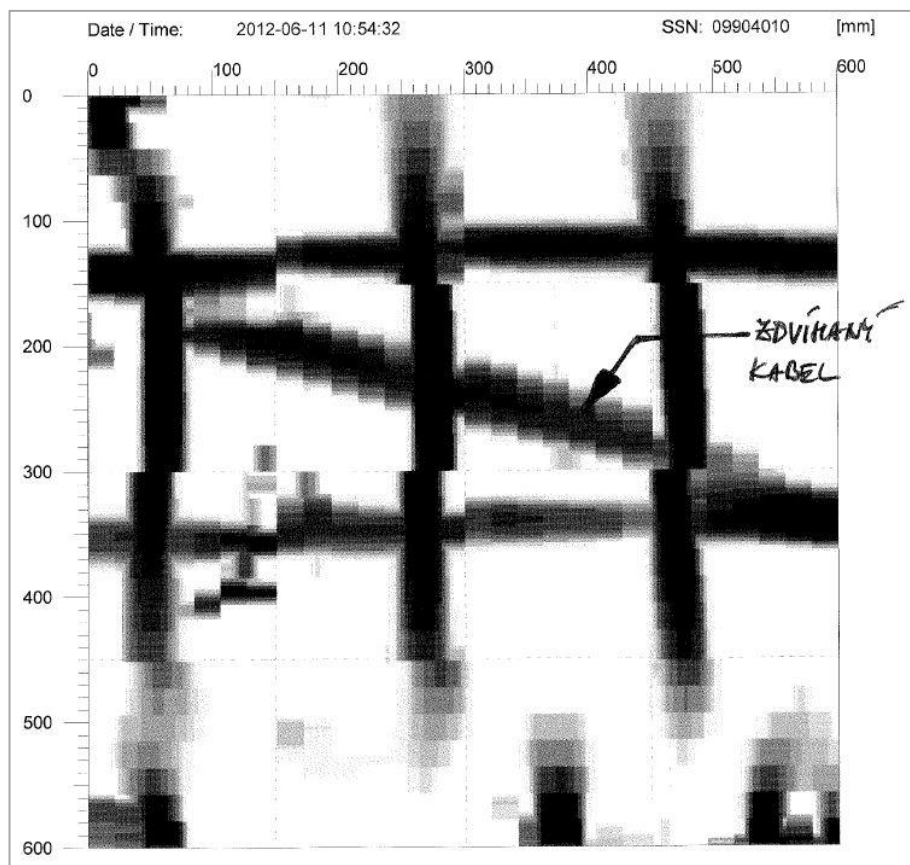
Z důvodu rozsahu této práce a množství rozměrných grafů nebudu uvádět všechny grafické výstupy liniových skenů. Jako zástupce liniových skenů nosníků uvedu pouze sken číslo 1, pojezd nosníku N1 v blízkosti OP2. Podle schématu pojezdů na *Obr. 35* se jedná o pojezd spodního líce horní desky nosníku. Z grafu vidíme, že se jednalo o pojezd délky 2 050 mm a průměrná hloubka zjištěné výztuže v první řadě byla asi 10 mm.



Obr. 36: Liniový pojezd číslo 1, N1 v blízkosti OP2

Liniové skeny byly v rozmezí délek od 1,5 do 2,3 m.

Na dalším *Obr. 37* můžeme vidět znázorněný jediný plošný sken. Jednalo se o místo stojiny nosníku N1 v místě šikmé trhliny asi 3 m od OP2 (*Obr. 38*).

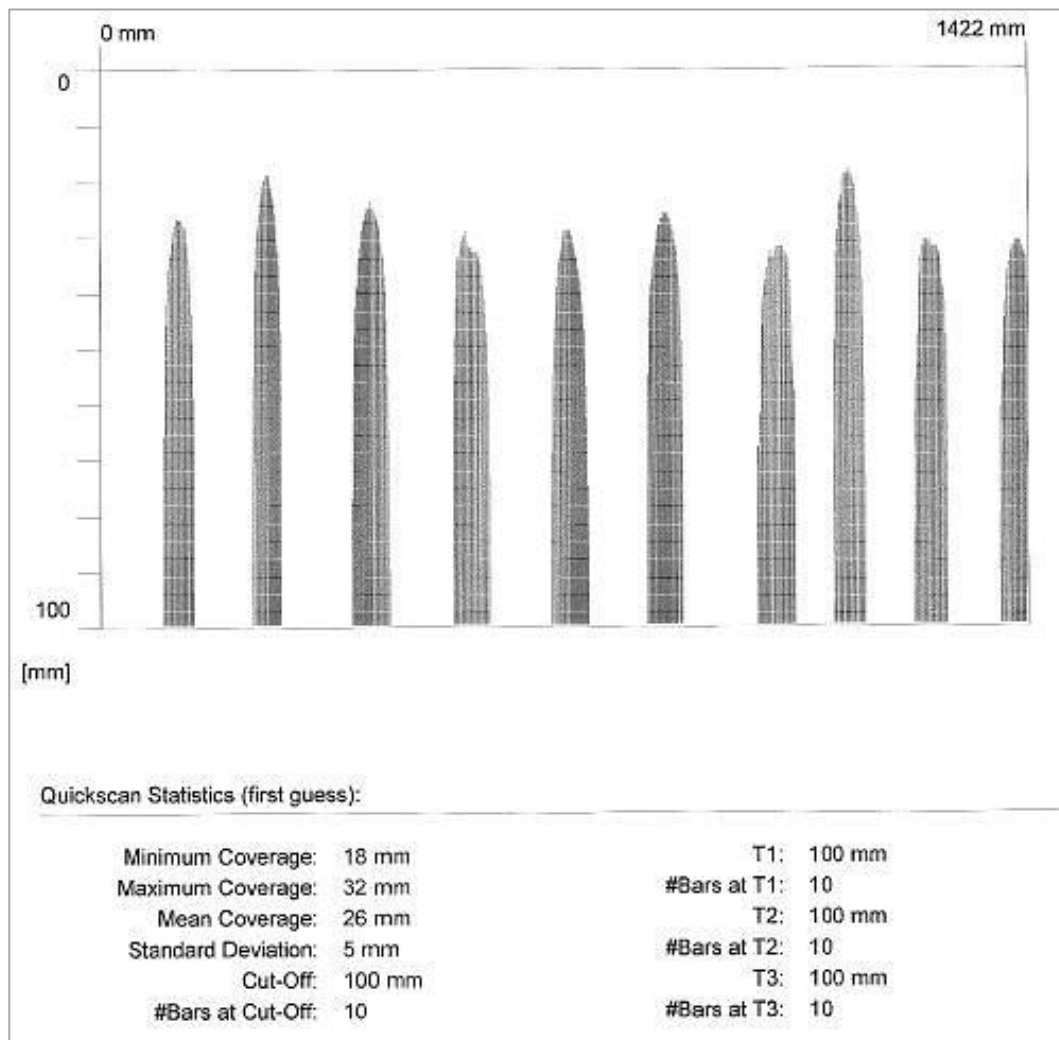


Obr. 37: Sken číslo 6, plošný sken stojiny nosníku



Obr. 38: Reálné místo plošného skenu

Jako poslední zástupce uvedu sken opěry 2, konkrétně líce úložného prahu. Sken byl veden vodorovně a to v místě pod sparou mezi nosníky N1 a N2. Jedná se o sken s číslem 15.



Obr. 39: Liniový sken číslo 15, OP2, líce úložného prahu

Shrnutí výsledků

OPĚRY – ÚLOŽNÉ PRAHY

Byla zjištěna minimální tloušťka krycí vrstvy betonu **20 mm**. Tato tloušťka je nevyhovující.

Na úložných prazích jsou vizuálně patrné oblasti výrazné degradace a korodující oslabené výztuže. Jedná se o velmi degradované části konstrukce. V některých částech úložného prahu se nachází stojící voda.

DOBETONÁVKY MEZI NOSNÍKY

Na spodním líci byla zjištěna minimální vrstva krycí vrstvy **5 mm**, obvykle se však jednalo o tloušťku vrstvy **10 – 20 mm**. Tato tloušťka je nevyhovující.

Lokálně, v místech silných průsaků je vizuálně patrná obnažená korodující výztuž – krycí vrstva odpadla.

PREFABRIKÁTY NK – NOSNÍKY I-67

Na nosnících byla zastižena krycí vrstva v minimální tloušťce **0 mm**, obvykle se však jednalo o tloušťku **5 – 15 mm**. Tato tloušťka je nevyhovující.

Na nosné konstrukci se vyskytuje řada míst s obnaženými třmínky, které vystupují na povrch.

Závěr zkoušky

Krycí vrstva je nevyhovující ve většině měřených lokalit. V kombinaci se zatékáním a kontaminací Cl iontů dochází k silné korozi výztuže.

V případě snahy o napravení situace je možné řešit situaci stěrkami, nátěry, nebo aplikací inhibitoru koroze. V místech úložných prahů opěr bude zapotřebí odbourat kontaminovaný a již degradovaný beton ve větším rozsahu, ošetřit, či opravit konstrukci a zasanovat.

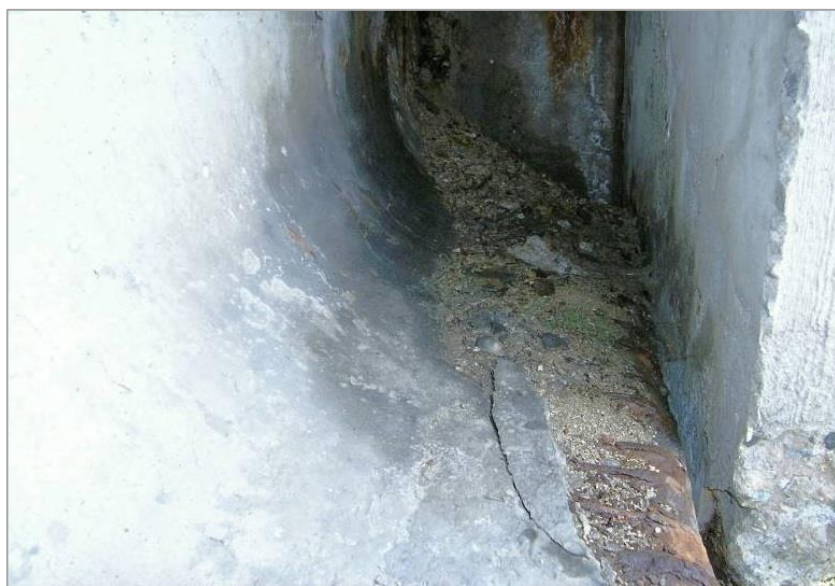
2.3.4 Ověření stavu betonářské výztuže

Obecně je možné říci, že betonářská výztuž na spodní stavbě i NK tohoto mostu se nachází v uspokojivém stavu. Avšak je možné nalézt množství lokalit, kde se již koroze betonářské výztuže vyskytuje s již nastávajícím oslabením. Nejsilnější koroze byla zastižena na úložných prazích opěr, samozřejmě v místech nejsilnějšího zatékání dilatačními sparami, v místě silných průsaků závěrnými zídkami, v dobetonávkách podélných spar mezi nosníky NK a v místě levého krajního boku nosníku NK u OP1. Viz. *Obr. 40* a *Obr. 41*.

Lokálně korodující výztuž je zapotřebí řádně ošetřit a místa zasanovat.



***Obr. 40:** Výrazné poruchy a viditelná koroze na závěrné zídce*



***Obr. 41:** Degradovaná hrana spodní desky nosníku N1*

2.3.5 Kontrola stavu předpínací výztuže

V rámci první fáze byla provedena destruktivní sonda pro ověření stavu předpínací výztuže v místě signalizující možné závady na předpínací výztuži. Bylo vybráno právě místo stojiny levého krajního nosníku N1 v místě šikmé trhliny, která byla předpokládána v místě trasování předpínacího kabelu.

V této sondě PV1 byla zastižena zainjektovaná chránička Sandrik, bez koroze. Po otevření chráničky byla zastižena suchá injektážní malta a tedy se předpokládalo, že předpínací výztuž je s největší pravděpodobností bez závad. Z důvodu její ochrany nebyla dále obnažována. Sonda byla zapravena sanační maltou.

Lze předpokládat, že vlasové trhlinky na boku prefabrikovaného nosníku nesouvisí přímo se stavem předpínací výztuže.



Obr. 42: Sonda PV1, zainjektovaný Sandrik

2.3.6 Ověření stavu uložení

Nosná konstrukce je uložena na typových ocelolitinových ložiskách. Konec NK je na OP1 osazen na pevné, vahadlové ložisko a na OP2 na pohyblivé, válcové ložisko.

V důsledku silného a dlouhodobého zatékání dilatačními závěry na úložné prahy ložiska některá ložiska silně korodují. V některých místech ložiska v podstatě stojí ve vodě a tak nejsilněji korodují jejich spodní desky. V minulosti byla ložiska již přes korozi konzervována, nyní je již konzervace částečně smyta.

Nedostatky v oblasti uložení mostu mají hlavní příčinu ve stavu úložného prahu, který je lokálně degradovaný i pod úložnými deskami ložisek. Samozřejmě dalším faktorem je dlouhodobé zatékání dilatačním závěrem.

I přes nedostatky způsobené korozí ložisek je uložení nosné konstrukce stále funkční. Je zapotřebí vyřešit situaci betonu pod úložnými plochami desek ložisek.



Obr. 43: Špatný stav mostních ložisek a úložných prahů, stojící voda (vlevo OP2, vpravo OP1)

2.3.7 Ověření stavu dilatačních závěrů

Na opěře 1 jsou osazeny podpovrchové dilatační závěry. Na opěře 2 se nacházejí závěry povrchové GHH. V oblasti všech závěrů se ve vozovce tvoří poruchy a nerovnosti. Dalším nedostatkem je, že závěry silně zatéká na spodní stavbu i čela nosné konstrukce.

Závěrem lze konstatovat, že dilatační závěry neplní svoji funkci.



Obr. 44: Poruchy vozovky kolem dilatačního závěru

2.3.8 Závěr první prohlídky

Vzhledem ke stáří mostu a skutečnosti, že za celou tuto dobu neprošel žádnou výraznější rekonstrukcí je při vytiženosti mostu stav mostu odpovídající.

Největším problémem mostu je jeho postižení dlouhodobým zatékáním. Další vzniklé poruchy jsou většinou již toho následkem.

Na základě předešlých diagnostických prohlídek je možné říci, že odstranění závad mostu je možné a tato oprava by jistě prodloužila momentální životnost konstrukce. Ovšem vzhledem k rozsahu poruch a tím spojeného případného rozsahu oprav je na místě zvážit také celkovou demolici objektu.

V případě volby rekonstrukce stávajícího objektu se doporučuje provést práce minimálně v tomto rozsahu.

SPODNÍ STAVBA:

- Úplná demolice závěrných zídek
- Kompletní odstranění veškerých nesoudržných vrstev, ošetření korodující výztuže, reprofilaci sanačními hmotami, nová betonáž minimálně úložného prahu, narušených boků opěry a závěrné zídky

NOSNÁ KONSTRUKCE

- Kontrola stavu kotvení předpínací výztuže, případná reinjektáž kabelových kanálků, sanace čel NK
- Nadzdvižení NK
- Celoplošnou sanaci s lokální reprofilací chybějících vrstev krycího betonu
- Lokální výměnu dobetonávek spar mezi nosníky NK

MOSTNÍ VYBAVENÍ

- Kompletní výměna dilatačních závěrů, odvodnění, mostního svršku včetně izolace, a výměnu záchytného zařízení
- Výměna narušených mostních ložisek

Problematika rekonstrukce je velmi složitá. Je zapotřebí zvážit mnoho faktorů jakými jsou například časový plán prací, ekonomické zhodnocení, vynaložení dostupných prostředků a dalších.

2.4 2. Fáze – Zjištění rozsahu degradace spodní stavby

Na základě předchozích objektivních diagnostických zjištění a odborného zhodnocení stavu konstrukce byly výsledky předloženy investorovi. Investor po zvážení relevantních faktorů rozhodl pro variantu částečné demolice výrazně degradovaných částí konstrukce (spodní stavby) a kompletní revitalizace částí zbylých.

Jelikož první průzkum měl za úkol zhodnotit stav jednotlivých částí mostu obecněji, byl zaměřen většinou na konstatování případných nedostatků, nikoliv na určení jejich rozsahu a velikosti.

Z těchto důvodů zadání druhé fáze bylo zjištění rozsahu degradace železobetonových celků spodní stavby, které by sloužilo pro přesné naplánování částečně bouracích prací a následných oprav. Tato část se tak zabývala stanovením vlastností betonu spodní stavby a zkoušky byly prováděny na jádrových vývrtech. Bylo provedeno standardní hodnocení betonu – popis, zjištění objemové hmotnosti, pevnosti v tlaku a nasákavosti.

Zkušební místa byla v souladu s požadavky ČSN norem vybírána v místech vizuálně kvalitního betonu a bez zásadních poruch.

Popis vzorků:

Ozn.	Délka/Ø [mm]	Poloha odběru	Popis struktury betonu
59-1 (V1)	390/Ø94	LM, dřík OP2, levý líc	Hutný beton, homogenní, HTK zrno max. vel. < 40 mm a HDK zrno < 22 mm, na povrchu více makropórů do 5 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (Ø/krycí vrstva) 2x hladká Ø4/0 mm, vedoucí šikmo skrz vývrt.
59-2 (V2)	380/Ø94	PM, dřík OP2, levý bok	Hutný beton, homogenní, HTK zrno max. vel. < 40 mm a HDK zrno < 32 mm, na povrchu více makropórů do 7 mm.
59-3 (V3)	390/Ø94	PM, dřík OP1, pravý líc	Hutný beton, homogenní, HTK zrno max. vel. < 32 mm a HDK zrno < 32 mm, na povrchu více makropórů do 10 mm. Ve vývrtu zastižena výztuž (Ø/krycí vrstva) 2x hladká spletená Ø5/0 mm, vedoucí podélně skrz vývrt. V hloubce 80 - 120 mm zrno hlíny Ø40 mm.

59-4 (V4)	260/Ø94	LM, úložný práh OP2, pravý bok	Hutný beton, homogenní, HTK zrno max. vel. < 32 mm a HDK zrno < 32 mm, na povrchu více makropórů do 7 mm. V vývrtu zastížena výztuž (Ø/krycí vrstva) žebrovaná Ø16-20/50 mm, žebrovaná Ø10/55 mm, hladká Ø8/70 mm, hladká Ø8/200 mm
--------------	---------	--------------------------------------	---

Tab. 9: Tabulka s popisem rozměrů, místa odběru a struktury betonu



Obr. 45: Ukázka odběrových míst 1 a 2, OP2



Obr. 46: Ukázka odběrových míst 3 a 4, OP2 a OP1



Obr. 47: Fotografie skutečného vzhledu jádrových vývrtů 59-1 a 59-2



Obr. 48: Fotografie skutečného vzhledu jádrových vývrtů 59-3 a 59-4

2.4.1 Stanovení pevnosti betonu

Cílem této zkoušky bylo stanovit pevnost betonu spodní stavby v tlaku a doplnit tak výsledky předešlého průzkumu. Pevnost v tlaku je jednou ze zásadních charakteristik betonu.

Provádění zkoušek na odebraných vývrtech bylo dle ČSN EN 12504 – 1 (Zkoušení betonu v konstrukcích – část 1: Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku) a ČSN EN 12390–3 (Zkoušení ztvrdlého betonu – část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles).

Během provádění průzkumu byly odebrány celkem 4 jádrové vývrty Ø 94 mm, 3 vývrty byly z dříků opěry a 1 vývrt z úložného prahu opěry. Vzorky byly laboratorně zařezány diamantovým kotoučem a zakončovány. Také byly změřeny a zváženy, pro stanovení objemové hmotnosti betonu. V dalším sledu byly vzorky pro určení pevnosti materiálu zatěžovány v laboratorním lisu.

Při provádění zkoušek je nutné sledovat způsob porušení vzorků. Porušení musí skutečně probíhat vlivem tlaku a nikoliv příčným tlakem, nebo smykem. Nesprávné porušení těles je obvykle doprovázeno naměřením velmi nízké pevnosti. Takové pevnosti se z hodnocení vyřazují.

Zjištěné pevnosti na vývrtech betonu označujeme jako válcové $f_{c,core}$ a je zapotřebí je převést na pevnosti krychelné $f_{c,cube}$, které odpovídají pevnostem na krychli o základních stanovených rozměrech hrany 150 mm.

Nejprve provedeme převod pevnosti zjištěné na vývrtech na pevnosti válcové ($f_{c,core} \rightarrow f_{c,cyl}$), které odpovídají pevnostem betonu na válcích o základních rozměrech (podstava Ø150 mm a výška válce 300 mm). Dle vztahu:

$$f_{c,cyl} = K_{c,cyl} \cdot K_{d,cyl} \cdot f_{c,core}$$

$K_{c,cyl}$ je opravný součinitel štíhlosti dle ČSN EN 12390-3 v závislosti na štíhlostním poměru $\lambda = h / d$ pro $1 \leq \lambda \leq 2$.

$K_{d,cyl}$ je experimentálně stanovený převodní součinitel v závislosti na průměru vývrtu.

Dalším krokem je převedení válcové pevnosti $f_{c,cyl}$ na krychelné pevnosti $f_{c,cube}$ dle vztahu:

$$f_{c,cube} = K_{c,cyl,cube} \cdot f_{c,cyl}$$

$K_{c,cyl,cube}$ je převodní součinitel válcových pevností betonu na pevnosti krychelné dle ČSN EN 12390-3.

Ozn.	Popis místa	$f_{c,cyl}$ [MPa]	$f_{c,cube}$ [MPa]	Odpov. Třída betonu dle ČSN EN 206, tab. 7 (zn. Dle ČSN 73 2001 - 1956) pro kritérium kontrolní pevnosti
59-1 (V1)	Dřík OP2, LM, levý líc	12,4	15,5	C 8/10 (zn. 135)
59-2 (V2)	Dřík OP2, PM, levý bok	20,7	25,9	C 16/20 (zn. 250)
59-3 (V3)	Dřík OP1, PM, pravý líc	21,4	26,7	C 16/20 (zn. 250)
59-4 (V4)	Úložný práh, LM, pravý bok	49,9	61,1	C 45/55 (zn. 600)

Tab. 10: Tabulka zatřídění pevností betonu dle naměřených hodnot

Dle ČSN EN 13791, tab. 1, při vyhodnocení všech výsledků na vzorcích z dříků opěr je $f_{ck, is, cube} = 17,0$ MPa, čemuž odpovídá pevnostní třída C16/20 (zn. 250).

Podrobný popis naměřených a vypočtených hodnot je v příloze 4.2.

2.4.2 Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu

Stanovení objemové hmotnosti a nasákavosti betonu bylo stanovováno z odřezků jádrových vývrtů dle značení v *Tab. 11* a obrázků *Obr. 47* a *Obr. 48*.

Výpočet nasákavosti byl proveden dle vztahu:

$$N_i = \frac{m_n - m_s}{m_s} \cdot 100 \quad [\%]$$

Ozn.	Hmotnost nasycená [g]	Hmotnost hydrostaticky vážené [g]	Hmotnost vysušené [g]	Objemová hmotnost z hydrostatického vážení [kg/m ³]	Nasákavost [%]
59-1-C	852	472	781	2240	9,1
59-2-D	1143	654	1067	2330	7,1
59-3-B	783	441	729	2280	7,4
59-4-B	564	325	533	2360	5,8

Tab. 11: Tabulka objemových vlastností a nasákavostí jednotlivých odběrů

2.4.3 Závěr hodnocení výsledků vlastností betonu

Beton vzorků jádrových vývrtů odebraných ze spodní stavby – dříků a úložného prahu lze celkově hodnotit jako beton hutný, homogenní s vyváženým obsahem HTK a HDK kameniva (32 – 40 mm; 22 – 32 mm). Na povrchu betonu se objevuje větší počet makropórů velikosti 5 – 10 mm.

Pro dříky se podle výsledků zkoušek doporučuje uvažovat pevnostní třídu betonu **C 16/20 (zn. 250)**, což je hodnota o jeden stupeň lepší, než zn. 170 (požadována v původním projektu). Je však zapotřebí upozornit na **vývrt 59-1 (V1)**, kde pevnost dosahovala stupně **zn. 135**.

Pro beton úložného prahu byla určena pevnostní třída betonu **C 45/55 (zn. 600)**, což je hodnota velmi výrazně lepší, než hodnota zn. 250 (požadována dle původního projektu).

Zjištěná **průměrná objemová hmotnost** betonu ze vzorků spodní stavby je **2300 kg/m³**, což lze nazvat standardní hodnotou.

Nasákavost (nasycení otevřených pórů betonu vodou) stanovená na odebraných jádrových vývrtech **z dříků opěr 7,1% - 9,1% překračuje mezní hodnotu 6,5%** (hranice pro zvýšenou náchylnost na rozpad mrazem). Zkoušený

betonu **úložného prahu** se oproti tomu projevil nasákavostí **5,8%**, což je hranice podlimitní.

Po celkovém zhodnocení bylo investorovi doporučeno uvažovat rozsah částečně bouracích prací na všech čtyřech vnějších bocích opěr – tedy levý most levá strana OP1 i OP2 a pravý most pravá strana OP1 i OP2 s větším rozsahem bourání – odhadem o šíři 2,0 m na délku dříku a do hloubky cca 0,5 m. Přesný rozsah se ukáže až po obnažení dříků opěr od opevněného svahového zemního tělesa. Samozřejmě pokud by se po obnažení nyní zakrytých částí objevily obdobné nedostatky, pak se doporučuje stejný postup. Ubourané části dříků budou dobetonovány opět do úrovně líce nových úložných prahů.

Dále je nutné odbourat veškeré další narušené vrstvy betonu minimálně do hloubky snížené kvality betonu, případně i více pro dosažení nutných tloušťek kotvených dobetonávek, které budou upřesněny v projektu. Takové dobetonávky se doporučují provést na rubu, líci i bocích dříků.

2.5 3. Fáze – Kontrola zatížitelnosti mostu pro režim 2+2

Poslední část tohoto hodnocení mostního objektu spočívala v pořízení podkladů pro umožnění rozhodnutí vést v rámci částečného omezení dopravy při stavebních pracích dopravu po mostě v režimu 2+2. Jedná se o diagnostickou prohlídku pravého mostu, na který bude v době modernizace levého mostu převedena doprava z obou dopravních proudů. Průzkum je zaměřen zejména na stav nosné konstrukce – stav dutin mezi nosníky I – 67 a stav předpínací výztuže.

2.5.1 Ověření stavu dutin mezi nosníky

V rámci tohoto průzkumu byly pro důkladné prozkoumání zpřístupněny všechny dutiny mezi nosníky I–67 dodatečně vybouranými inspekčními otvory v dobetonávkách spar mezi nosníky v blízkosti OP1. Nosná konstrukce je sestavena celkem z 10 předpjatých nosníků a tedy bylo vytvořeno 9 inspekčních otvorů. Všechny dutiny byly důkladně prohlédnuty.

Jednotlivé závady jsou popisovány ve staničení od začátku nosníku k jeho konci (0 – 27 m).



Obr. 49: Inspekční otvory v dobetonávkách mezi nosníky a viditelné průsaky vody

Obecně je stav všech dutin v uspokojivém až špatném stavu. V dutinách bylo identifikováno silné zatékání dilatačními spárami jak na koncích nosníků, tak i v poli. Zatekání je velmi často doprovázeno silnými výluhy pojiva, obnaženou korodující betonářskou výztuží (předpínací výztuž obnažená není). V dutinách bylo zastiženo množství nečistot, které pochází ať ze stavebních prací, tak z degradovaného betonu, nebo naplavenin. Nejsilnější nános naplavenin je v blízkosti OP2, kde mocnost vrstvy písku dosahuje až 10 cm.

Podrobnější výsledky z průzkumů dutin mezi nosníky nosné konstrukce jsou uvedeny v *Tab. 12*. Následně je přiložena stručná fotogalerie typických závad. Z důvodu rozsahu této práce nebylo možné přiložit kompletní fotogalerii a proto byly pro demonstraci exemplární lokace.

Ozn.	Popis stavu dutiny	Obrázek
PD1 (N1 - N2)	<ul style="list-style-type: none"> - stav uspokojivý až špatný - lokální silné průsaky a zatekání vody v mont. otvorech N2 (degradace betonu stěny N2) cca 16,5 m – <i>Obr. 50</i> - silné průsaky oběma dilatačními sparami - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze) - staničení cca 16,5 m - lokální degradace dobetonávek spár - nečistoty v dutině 	<i>Obr. 50</i>

PD2 (N2 - N3)	<ul style="list-style-type: none"> - stav uspokojivý až špatný - intenzivní průsaky v montážních otvorech - silné průsaky oběma dilatačními sparami - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze) - lokální degradace dobetonávek spar - nečistoty v dutině 	
PD3 (N3 - N4)	<ul style="list-style-type: none"> - stav dutiny uspokojivý až špatný - intenzivní průsaky v montážních otvorech - silné průsaky oběma dilatačními sparami, u OP1 trhlina v dobetonávce s krápníky viz <i>Obr. 51</i> - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze) - lokální degradace dobetonávek spar a koroze výztuže - mohutné naplaveniny z dilatační spáry - viz. <i>Obr. 52</i> 	<i>Obr. 51</i> <i>Obr. 52</i>
PD4 (N4 - N5)	<ul style="list-style-type: none"> - stav dutiny uspokojivý v poli, špatný u obou opěr - intenzivní průsaky v montážních otvorech - silné průsaky oběma dilatačními sparami - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze) - především stěna N4 - staničení cca 23 - 25 m - lok. degradace dobetonávek spár a koroze výztuže <i>Obr. 53</i> - mohutné naplaveniny z obou dilatačních spár 	<i>Obr. 53</i>
PD5 (N5 - N6)	<ul style="list-style-type: none"> - stav dutiny uspokojivý v poli, špatný u obou opěr - dutina v poli bez větších průsaků, pouze slabé montážními otvory - silné průsaky oběma dilatačními sparami - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze, až se silným oslabením) - odpadlá dobetonávka kotev ve stěnách obou nosníků OP1 a částečně i OP2 - koroze kotev – <i>Obr. 54</i> - mohutné naplaveniny z obou dilatačních spár 	<i>Obr. 54</i>
PD6 (N6 - N7)	<ul style="list-style-type: none"> - stav dutiny uspokojivý v poli, špatný u obou opěr - dutina v ploše bez větších průsaků - silné průsaky oběma dilatačními sparami - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze, až s velmi silným oslabením) - konec dutiny - odpadlá dobetonávka kotev ve stěnách obou nosníků OP1 a částečně i OP2 - koroze kotev - mohutné naplaveniny z obou dilatačních spár 	

<p>PD7 (N7 - N8)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - stav dutiny uspokojivý v poli, špatný u obou opěr - dutina v ploše bez větších průsaků - silné průsaky oběma dilatačními sparami - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze, až s velmi silným oslabením) <i>Obr. 56</i> - lokální degradace dobetonávek spar a koroze výztuže - částečně odpadá dobetonávka kotev ve stěně N8 u obou opěr - mohutné naplaveniny z obou dilatačních spár 	<p><i>Obr. 56</i></p>
<p>PD8 (N8 - N9)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - stav uspokojivý až špatný - intenzivní průsaky v mont. otvorech (stan. cca 4,5 m) - silné průsaky oběma dilatačními sparami - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze na konci nosníků) - porucha dobetonávky spáry na konci dutiny (degradace, obnažená výztuž, trhliny s krápníky, cca 23 - 24 m) - mohutné naplaveniny z obou dilatačních spár 	
<p>PD9 (N9 - N10)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - stav dutiny špatný - dutina s průsaky po celé její délce <i>Obr. 55</i> - silné průsaky oběma dilatačními sparami - nedostatečná tloušťka krycí vrstvy ve stěnách nosníků, místy viditelné třmínky (v místech průsaků silná koroze na konci nosníků) - porucha dobetonávky spáry (degradace, obnažená výztuž, lokálně velmi silně oslabená, cca 17 - 18 m) - nečistoty v dutině 	<p><i>Obr. 55</i></p>

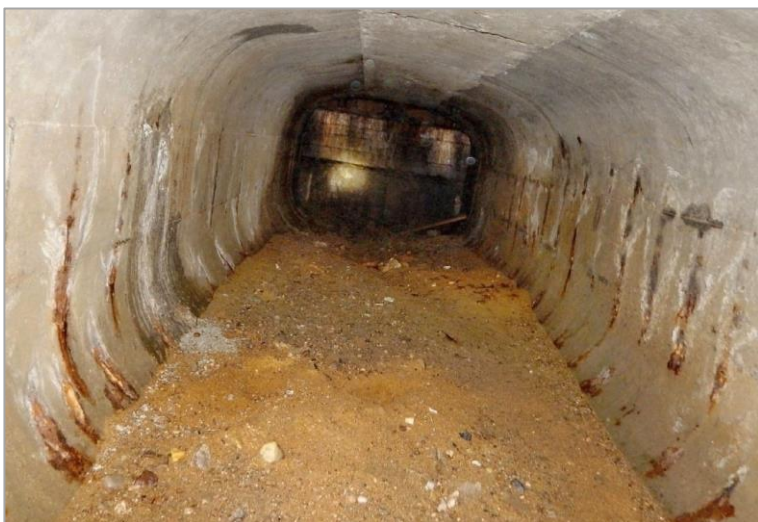
Tab. 12: Popis závad jednotlivých dutin mezi nosníky nosné konstrukce



Obr. 50: Lokální zatékání vody v montážních otvorech, koroze



***Obr. 51:** Krápníky*



***Obr 52:** Mohutné naplaveniny z dilatačních spár a obnažená výztuž stojin nosníků*



***Obr 53:** Lokální degradace dobetonávek spár*



Obr. 54: Odpadlá dobetonávka kotev v nosnících a jejich koroze



Obr. 55: Lokální průsaky vody, intenzivní v montážních otvorech



Obr. 56: Nedostatečná tloušťka krycí vrstvy nosníků, koroze výztuže, krápníky

2.5.2 Ověření stavu předpínací výztuže

V rámci sběru podkladů pro možnost uvážení zatížitelnosti mostního objektu bylo také zapotřebí provést kontrolu stavu předpínací výztuže. Tedy bylo celkem provedeno 30 sond do nosné konstrukce k předpínací výztuži. Samozřejmě s ohledem na co možná nejmenší narušení konstrukce byly sondy prováděny v minimálním rozsahu návrtů k předpínacím kabelům.

Zkušební místa byla vybírána obvykle v místech průsaků, kde byl předpoklad zastihnout předpínací výztuž v nejhorsím stavu. Obvykle ve sparách mezi korálky (segmenty). Vzhledem k záměru investora nebyly drobné sondy zapravovány.

Obecně je stav zjištěné předpínací výztuže velmi dobrý až uspokojivý. V žádné sondě nebyla zastižena voda a i v místech viditelných silných průsaků byla injektážní malta pouze slabě vlhká. Předpínací výztuž byla obvykle zcela zainjektovaná – pouze výjimečně byla zainjektována částečně, či vůbec. Stav předpínacích drátů byl obecně bez koroze, či se slabou povrchovou korozí. Pouze v několika případech byla zastižena koroze bez oslabení.

Celkově lze předpínací výztuž hodnotit jako funkční.

Ozn.	Místo	Stav	Ozn.	Místo	Stav
PV1	- N10 - 1. spára - 1. kabel zleva	- kabel s chráničkou - hl. chráničky 62 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze	PV2	- N10 - 1. spára - 1. kabel zprava	- kabel s chráničkou - hl. chráničky 65 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze
PV3	- N10 - 2. spára - 1. kabel zleva <i>Obr. 57</i>	- kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze	PV4	- N09 - 2. spára - 1. kab. zprava	- kabel s chráničkou - hl. chráničky 75 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze
PV5	- N08 - 2. spára - 3. kabel zprava	- kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují	PV6	- N09 - 1. spára - 1. kabel zleva	- kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují

PV7	<ul style="list-style-type: none"> - N08 - 1. spára - 2. kab. zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují 	PV8	<ul style="list-style-type: none"> - N08 - 1. spára - 3. kabel zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 75 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze
PV9	<ul style="list-style-type: none"> - N07 - 2. spára - 1. kab. zleva <p><i>Obr. 58</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 74 mm - slabá povrch. koroze - částečně zainjektovaná - dráty povrch. korodují 	PV10	<ul style="list-style-type: none"> - N07 - 2. spára - 4. kabel zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 75 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují
PV11	<ul style="list-style-type: none"> - N06 - 2. spára - 5. kab. zprava <p><i>Obr. 59</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 75 mm - slabá povrch. koroze - nezainjektován - dráty povrch. korodují 	PV12	<ul style="list-style-type: none"> - N05 - 1. spára - 1. kabel zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 61 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze
PV13	<ul style="list-style-type: none"> - N05 - 1. spára - 2. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 60 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují 	PV14	<ul style="list-style-type: none"> - N04 - 1. spára - 2. kab. zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 65 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují
PV15	<ul style="list-style-type: none"> - N04 - 1. spára - 1. kab. zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze 	PV16	<ul style="list-style-type: none"> - N03 - 2. spára - 3. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 68 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze
PV17	<ul style="list-style-type: none"> - N03 - 2. spára - 3. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - slabá povrch. koroze - částečně zainjektovaná - dráty povrch. korodují 	PV18	<ul style="list-style-type: none"> - N02 - 2. spára - 1. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 77 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují
PV19	<ul style="list-style-type: none"> - N02 - 2. spára - 4. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 75 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze 	PV20	<ul style="list-style-type: none"> - N01 - 2. spára - 1. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 62 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují

PV21	<ul style="list-style-type: none"> - N01 - 3. spára - 2. kab. zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují 	PV22	<ul style="list-style-type: none"> - N02 - 3. spára - 3. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 68 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze
PV23	<ul style="list-style-type: none"> - N02 - 3. spára - 4. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 60 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze 	PV24	<ul style="list-style-type: none"> - N03 - 4. spára - 2. kab. zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze
PV25	<ul style="list-style-type: none"> - N05 - 4. spára - 1. kab. zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 75 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty bez koroze 	PV26	<ul style="list-style-type: none"> - N07 - 4. spára - 2. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - slabá povrch. koroze - částečně zainj. - dráty korodují
PV27	<ul style="list-style-type: none"> - N09 - 4. spára - 1. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 66 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují 	PV28	<ul style="list-style-type: none"> - N09 - 4. spára - 1. kab. zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 70 mm - chránička bez koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují
PV29	<ul style="list-style-type: none"> - N10 - 4. spára - 1. kab. zleva 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 75 mm - slabá povrch. koroze - zcela zainjektovaná - dráty povrch. korodují 	PV30	<ul style="list-style-type: none"> - N10 - 4. spára - 1. kab. zprava 	<ul style="list-style-type: none"> - kabel s chráničkou - hl. chráničky 75 mm - slabá povrch. koroze - částečně zainj. - dráty povrch. korodují

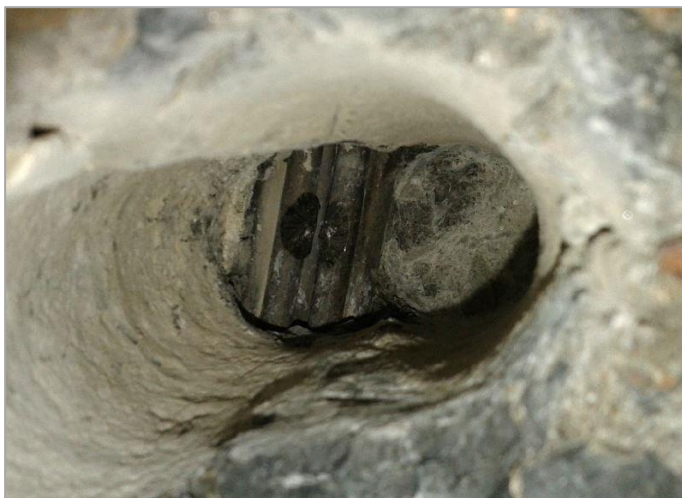
Tab. 13: Specifikace jednotlivých sond k předpínací výztuži



Obr. 57: Zainjektovaná chránička, suchá inj. malta, bez koroze



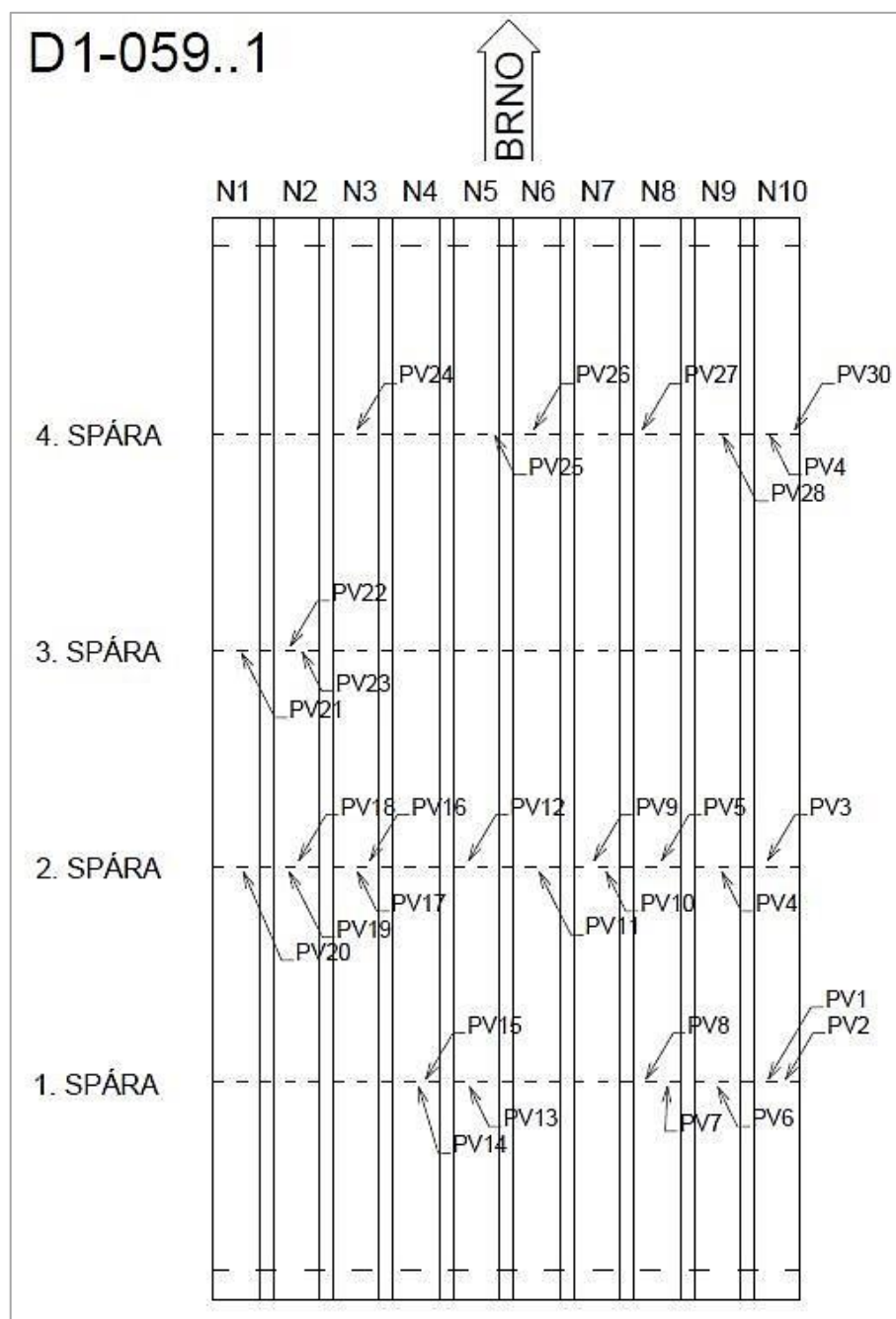
Obr. 58: Slabá koroze chráničky, částečně zainjektovaná, slabá koroze drátů



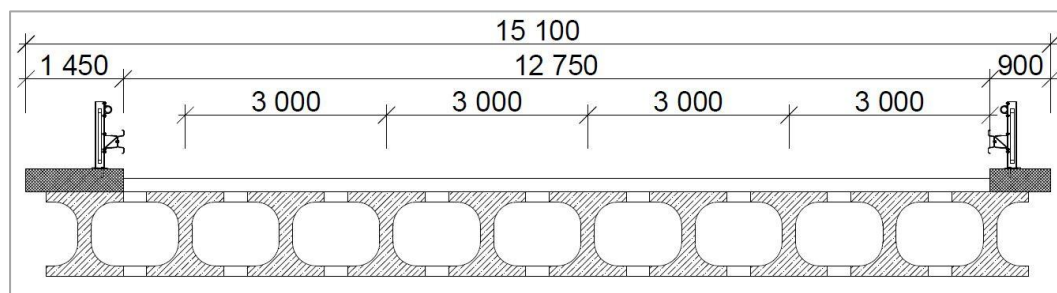
Obr. 59: Chránička bez koroze, nezainjektováno, dráty bez koroze



Obr. 60: Chránička se slabou povrch. korozí, částečně zainjektováno, dráty korodují



Obr. 61: Schematické zakreslení poloh umístění průzkumných sond k předpínací výztuži



Obr. 62: Schematické rozmístění dopravních pruhů na mostě při režimu 2+2

2.5.3 Závěr hodnocení stavu nosné konstrukce

Během bližšího průzkumu nosné konstrukce mostu byla odhalena řada nedostatků. Mezi hlavní závady se zařazují silné průsaky vody i v ploše konstrukce, koroze betonářské výztuže včetně lokálního oslabení, nefunkční dilatační závěry a také nedostatečná hloubka krycí vrstvy.

Zatížitelnost dle mostní databáze BMS: $V_n = 19 \text{ t}$ a $V_r = 48 \text{ t}$

Tyto hodnoty byly stanoveny v roce 2007, kdy byl stav nosné konstrukce klasifikován do kategorie V. špatný. Zhoršení stavu spodní stavby na VI. velmi špatný (2009) nebylo doprovázeno snížením zatížitelnosti.

Stav předpínací výztuže i samotného konstrukčního systému byl klasifikován jako funkční a umožňuje investorovi v době realizace rekonstrukce levého mostu vést dopravu po tomto objektu v režimu 2+2.

Před zahájením provozu 2+2 se doporučuje provést revizi mostního svršku a nezbytné opravy vozovky, dilatačních závěrů a záchytných zařízení tak, aby byl zajištěn bezpečný a bezproblémový provoz režimu 2+2. Tato zvýšená pozornost stavu mostního svršku se doporučuje během celé doby trvání mimořádného provozu režimu 2+2.

3. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KARMAZÍNOVÁ, Marcela, Milan ŠMAK a Karel SÝKORA. *KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY: KONSTRUKCE - ZÁKLADNÍ TYPY KONSTRUKCÍ, KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ STAVEB, MOSTY, Modul BO01-MO2*. Vysokoškolské skriptum. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.
- [2] Stav silničních a dálničních mostů ČR. *Časopis stavebnictví* [online]. 2007, (09) [cit. 2016-10-19]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/stav-silnicnich-a-dalnicnich-mostu-cr_N346
- [3] *Silniční databanka a NDIC: Přehledy z ISSDS ČR* [online]. ŘSD ČR, 2016 [cit. 2016-10-19]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/rsd/Silnicni-databanka>
- [4] ČSN 73 6121: *Prohlídky mostů pozemních komunikací*. 04/2011.
- [5] *ASB-portal.cz: CHYBY VZNIKAJÍCÍ PŘI REALIZACI POHLEDOVÉHO BETONU* [online]. 2010 [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyrobky/beton/chyby-vznikajici-pri-realizaci-pohledoveho-betonu>
- [6] *Cistenidlazeb.cz: Profesionální čištění dlažeb* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <http://www.cistenidlazeb.cz/profesionalni-cisteni-dlazez>
- [7] *Silnice-železnice: Příčiny a predikce poruch mostních vozovek a izolací mostů* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/priciny-a-predikce-poruch-mostnich-vozovek-a-izolaci-mostu/>
- [8] *Silnice-železnice: VD Štěchovice - oprava ŽB mostní galerie* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/vd-stechovice-oprava-zb-mostni-galerie/>
- [9] *Silnice-železnice: Diagnostika mostu přes R4 a porovnání degradace konstrukcí s odstupem 6 let* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/diagnostika-mostu-pres-r4-a-porovnani-degradace-konstrukci-s-odstupem-6-let/>
- [10] *Silnice-železnice: Rekonstrukce mostu č. 10 - 015A na silnici R 10 u Brandýsu nad Labem* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/rekonstrukce-mostu-c-10-015a-na-silnici-r-10-u-brandysu-nad-labem/>
- [11] *Mitrenga: Provedení diagnostiky, sanace a efektivní zesílení mostu předpětím na zatížitelnost tř. B* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: http://www.mitrenga.net/odborne_clanky2.php
- [12] *Novinky.cz: Povodněmi zničený most v Bašce je po demolici* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/vase-zpravy/moravskoslezsky->

[kraj/frydek-mistek/1027-367-povodnemi-zniceny-most-v-basce-je-po-demolici.html](http://kraj.frydek-mistek/1027-367-povodnemi-zniceny-most-v-basce-je-po-demolici.html)

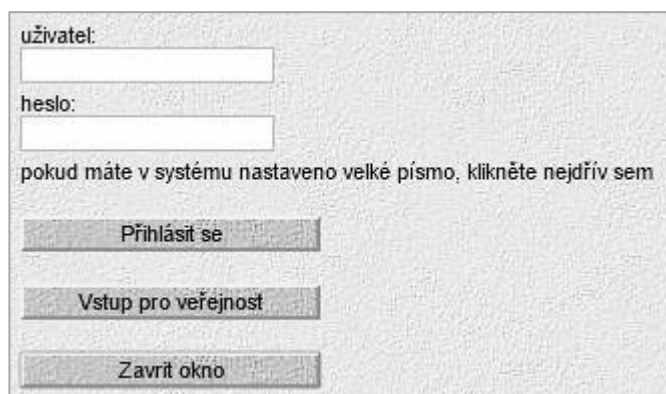
- [13] *Silnice-železnice: Analýza stavu mostních závěrů – Žďákovský most* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/analiza-stavu-mostnich-zaveru-zdakovsky-most/>
- [14] *Silnice - železnice: Oprava mostu D5-008 – problémy s předpínací výztuží* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/oprava-mostu-d5-008-problemy-s-predpinaci-vyztuzi/>
- [15] *Deník.cz: Most zaburácel, prohnul se a hrozí zřícením* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: http://www.denik.cz/z_domova/most-zaburacel-prohnul-se-a-hrozi-zrizenim20100523.html
- [16] *V Lišni: Blokové čištění versus chodníky* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://www.vlisni.cz/blokovce-cisteni-versus-chodniky>
- [17] *TZB info: Typické příklady reklamovaných poruch* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/podlahy/9301-typicke-priklady-reklamovanych-poruch-prumyslovych-podlah-z-nedavne-doby>
- [18] *Silnice - železnice: Příčiny a predikce poruch mostních vozovek a izolací mostů* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/priciny-a-predikce-poruch-mostnich-vozovek-a-izolaci-mostu/%3Chtml%3E%3Chead%3E>
- [19] *NovinyVM.cz: Na obchvatu dávejte pozor!* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://www.novinyvm.cz/10388-na-obchvatu-davejte-pozor.html>
- [20] *Výmoly.cz: Louňovice pod Blaníkem - Výtluk CZ4688* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: http://www.vymoly.cz/index_dev.php/detail/lounovice-pod-blanikem-silnice-ke-koupalisti/
- [21] *Silnice - železnice: Nerovnosti vozovky* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/UserFiles-SilniceZeleznice/Image/2008/kveten/most5.jpg>
- [22] *Silnice - železnice: Hlavní prohlídky mostů* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/hlavni-prohlidky-silnicnich-mostu/>
- [23] *Blesk.cz: Firma Bögl a Krýsl - Padací mosty s. r. o.: První jim spadla už lávka v Olomouci* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://www.blesk.cz/clanek/zpravy-udalosti/272685/firma-bogl-a-krysl-padaci-mosty-s-r-o-prvni-jim-spadla-uz-lavka-v-olomouci.html>
- [24] *Kolínský deník: Hurá! Uzavřený, most se konečně dočká rekonstrukce, lidem se uleví* [online]. [cit. 2016-10-24]. Dostupné z:

- http://kolinsky.denik.cz/galerie/malacky_galerie_kourim.html?mm=271268
- [25] Systémy pro správu mostů některých evropských železnic. *Mosty.cz* [online]. 2006 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://www.mosty.cz/index.asp?module=ActiveWeb&page=WebPage&DocumentID=2212>
- [26] Článek *Eyebars* [online]. [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <https://failures.wikispaces.com/file/view/silver%20bridge%20specimens%20%20hls.jpg/476030294/577x279/silver%20bridge%20specimens%20%20hls.jpg>
- [27] *Více párů článku eyebars* [online]. [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: https://anotherheader.files.wordpress.com/2012/09/dsc_4852-edit-edit.jpg
- [28] JAGOŠ, Jiří. *HAVÁRIE MOSTU SILVER BRIDGE V POINT PLEASANT - ROZBOR PŘÍČIN HAVÁRIE*. Brno, 2014. Bakalářská práce. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Válka Libor.
- [29] SMALL, Edgar P., Terry PHILBIN, Michael FRAHER a George P. ROMACK. *Current Status of Bridge Management System Implementation in the United States* [online]. In: . s. 17 [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/circulars/circ498/v1_A01.pdf
- [30] MIRZAEI, Zanyar, Bryan T. ADLEY, Leo KLATTER a Jung S. KONG. *T OVER THE IABM RVIEW OF MAS BRIDG F EXISTING E MANAG G BRIDGE 2012 GEMENT C MANAGE OMMITT MENT SYS EE TEMS* [online]. 2012, , 14 - 15 [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <http://128.180.11.237/IABMAS/bodies/IABMAS-BMC-BMS-Report-20120717.pdf>
- [31] *StatSoft: Úvod do neuronových sítí* [online]. , 1 - 5 [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2013_02_05_StatSoft_Neuronove_site_linky.pdf
- [32] Expertní systémy. *Mendelova univerzita v Brně* [online]. [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=21856
- [33] LUNER, Petr. *Jemný úvod do genetických algoritmů* [online]. [cit. 2016-11-29]. Matematicko - fyzikální fakulta, Univerzita Karlova. Dostupné z: <http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/prg022/luner.html>
- [34] ŠTURC, Pavel. *Genetické algoritmy a jejich praktické využití* [online]. Brno, 2012 [cit. 2016-11-29]. Referát. Fakulta informatiky Masarykovy univerzity. Dostupné z: https://nlp.fi.muni.cz/uii/referaty2012/pavel_sturc/referat.pdf
- [35] POKORNÝ, Jiří a Hynek ŠERTLER. *MOSTY: část druhá* [PDF]. Pardubice [cit. 2016-11-30]. Skriptum. Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice. Dostupné z: http://vladimirsuchanek.upce.cz/files/Mosty_-_cast_2.pdf

- [36] *Systém hospodaření s mosty (BMS)* [online]. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: bms.vars.cz
- [37] *Systém hospodaření s mosty letos čekají významné změny* [online]. [cit. 2016-12-07]. Dostupné z: <http://www.vars.cz/system-hospodareni-s-mosty-letos-cekaji-vyznamne-zmeny>
- [38] *BMS* [online]. [cit. 2016-12-07]. Dostupné z: <http://bms.clevera.cz/Public>
- [39] *CleveRA Car - multifunkční diagnostické vozidlo* [online]. [cit. 2016-12-07]. Dostupné z: <http://www.vars.cz/clevera-car-zakladni-informace-o-multifunkcnim-vozidle>
- [40] Mapa původního trasování. *Dálnice.com* [online]. [cit. 2016-12-09]. Dostupné z: http://www.dalnice.com/mapy/automapy/d01/usek_04/d1_usek_04.htm
- [41] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2016-12-09]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=15.0306594&y=49.7177496&z=14>
- [42] *Dálnice D1: D1 již vede až do Kroměříže a Ostravy* [online]. 2009, 4. vydání [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/prilohy/d1.pdf>
- [43] O projektu. *Nová D1* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.novad1.cz/o-projektu/>
- [44] VACEK, Vítězslav. Poruchy betonových průmyslových podlah a možnosti jejich sanace. *Časopis stavebnictví* [online]. 09(02) [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/poruchy-betonovych-prumyslovych-podlah-a-moznosti-jejich-sanace_N2010
- [45] Deep Purple and Rainbow Indicator. *Germann Instruments* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://germann.org/products-by-application/carbonation/deep-purple-and-rainbow-indicator>
- [46] Tackling Pit Corrosion. *Diamond.ac.uk* [online]. [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <http://www.diamond.ac.uk/Science/Research/Highlights/2008/study16.html>
- [47] Vliv posypových solí na betonové výrobky. *Mct - betonové výrobky a beton* [online]. [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <https://www.mct.cz/soubor/pusobeni-posypovych-soli-pdf/>
- [48] RCT and RCTW. *German Instruments* [online]. [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <http://germann.org/products-by-application/chloride-content/rct-and-rctw>

4. PŘÍLOHY

4.1 BMS – zobrazení rozhraní

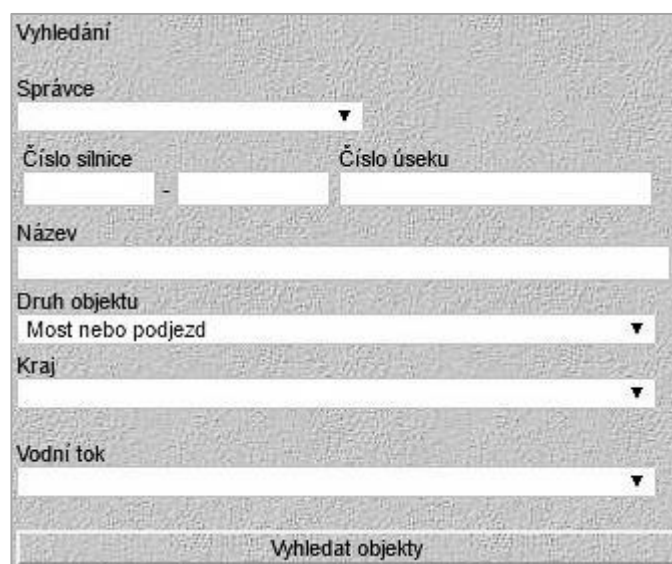


uživatel:

heslo:

pokud máte v systému nastaveno velké písmo, klikněte nejdřív sem

Obr. P1.1: Vstupní přihlašovací portál BMS [36]



Vyhledání

Správce

Číslo silnice - Číslo úseku

Název

Druh objektu

Kraj

Vodní tok

Obr. P1.2: Vyhledávací formulář BMS [36]



Seznam dokumentů

Popis položek inventárního modulu verze 11/2008
Uživatelský manuál k BMS verze 10/2008
Metodika finančního modulu verze 01/2008
Metodika stanovení RPH pro mosty PK 12/2007
Metodický pokyn Ministerstva dopravy České republiky k Provozování systému pro hospodaření s mosty ze dne 26.9.2008
Katalog závad 2008
Katalog mostních závěrů 2009
Katalog ložisek 2009

Obr. P1.3: Přiložené informační dokumenty [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídka	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)											
Odpovědná osoba <u>Kiml František, Ing.</u> , datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21:											
Číslo silnice a mostu		Číslo úseku		Dočasné ev. číslo							
D1 - 059..1		1333A010041334A00806		ne ▼							
Název		Místní název									
Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u S											
Staničení (na úseku)		6,985 [km]		Liniové (provozní) staničení 56,195 [km]							
Druh objektu Most ▼		Druh zatimního mostu Nezanadný ▼									
Kraj		Předmět přemostění Silnice ▼									
Středočeský ▼		Vodní tok Nezanadný ▼									
Okres		Třída komunikace Dálnice ▼									
Benešov ▼		Vybraná síť Nezanadný ▼									
Obec		Vymezený tah Nezanadný ▼									
Soutice ▼		Evropský tah <input checked="" type="checkbox"/>									
K.u.		Ulice									
Soutice ▼											
Archivace projektu RSD nebo jiný investor ▼											
Správce											
RSD ČR ▼		Závod Praha ▼									
SSÚD 2 Bernartice ▼											

Obr. P1.4: Základní informace o objektu [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	--------------------------	------	--------	-----------------	-------	-----------	--------	---------	-----	----------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)

Odpovědná osoba: Kiml František, Ing.; datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21

Identifikátor mostu: 17000

Délka/výška/šířka, prostorová úprava (údaje jsou v metrech)			
Délka mostu <u>36,75</u>	Stavební výška <u>1,5</u>	Volná výška nad vozovkou <u>0</u>	Rok postavení <u>1978</u>
Celková šířka <u>15,2</u>	Úložná výška <u>1,8</u>	Volná šířka <u>12,75</u>	Označení šikmosti <u>Kolmý</u> ▼
Délka přemostění <u>24,8</u>	Výška nad terénem <u>7,25</u>	Šířka mezi obrubami <u>12,75</u>	Šikmost (g) <u>100</u>
Délka NK mostu <u>27</u>	Výška nad hladinou <u>0</u>	Levý chodník <u>0</u>	
Šířka mezi zábradlími <u>12,75</u>	Hloubka vody <u>0</u>	Pravý chodík <u>0</u>	

Povrch komunikace Živice ▼
 Povrch chodníků Nezadaný ▼

Plocha mostu 410,4 m²
 Plocha vozovky 344,25 m²
 Plocha chodníků 0 m²

Záchytná zařízení na mostě
 Typové zábradelní svodidlo

Různá zařízení na mostě
 Sdělovací kabely ve vnitřních římsách

Reprodukční pořizovací hodnota: **1 694 739 Kč**
 Způsob výpočtu RPH: **Základní metodika stanovení RPH**
 Inventurní číslo: 0

Poznámka
 HMP učiněna pod patronátem Ing. Černého

Obr. P1.5: Základní passport objektu [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	-------------------	------	--------	-----------------	-------	-----------	--------	---------	-----	----------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)

Odpovědná osoba: Kiml František, Ing., datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21

Identifikátor mostu
17000

Popis nosné konstrukce

Most je staticky určitou konstrukcí o 1 poli. NK sestává z prefabrikovaných předpjatých nosníků typu I-67 dl. 27m, uložených na masivních opěrách. Všude typová ocelolitínová ložiska. V příčném řezu je osazeno 10 ks nosníků. Výška nosníků je 1.25 m, šířka 1.15 m, šířka dobetonovaných mezer mezi nosníky je 0.34

Celkový počet polí: 1

Popis skupin nosné konstrukce

Identifikátor skupiny: 19076

Počet polí ve skupině: 1

Šikmá světlost: 24.8

Kolmá světlost: 24.8

Konstrukční výška: 1.25

Rozpětí: 26

Převažující materiál nosné konstrukce: Předpjatý beton PREFA

Další materiál nosné konstrukce: Železobeton

Druh statického působení nosné konstrukce: Deska prostá

Prefabrikát nosné konstrukce: I-73

Záznam:

◀◀

◀

1

▶

▶▶

z 1

Obr. P1.6: Údaje o nosné konstrukci objektu [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídka	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	-------------------	------	---------------	-----------------	-------	-----------	--------	---------	-----	----------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)


Odpovědná osoba: Kiml František, Ing.; datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21

Identifikátor mostu
17000

Popis spodní stavby

Opěry masivní betonové monolitické z B 170, úl. práh ŽB 250. Délky opěr jsou stanoveny tímto způsobem: $31.00 \text{ (celková délka opěr)} / 2 = 15.50 \text{ m}$. Údaje stanoveny na základě ML.

Popis skupin podpěr



Identifikátor skupiny: 336

Typ podpěr: Krajiní opěra

DélkaOd: 15.5 Do: 15.5

Druh podpěr: Masivní opěra

ŠířkaOd: 1.6 Do: 1.6

Počet: 2

VýškaOd: 2.97 Do: 5.15

Materiál podpěr: Prostý beton

Poznámka: 0

Záznam:

◀◀

◀

1

▶

▶▶

z 1

Obr. P1.7: Údaje o spodní stavbě objektu [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	-------------------	------	--------	-----------------	-------	-----------	--------	---------	-----	----------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)

Odpovědná osoba Kiml František, Ing.; datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21

Identifikátor mostu
17000

Rozhodnutí o stavebním stavu mostu

Prohlídka	Spodní stavba	Koeficient1	Nosná konstrukce	Koeficient2	Použitelnost
HPM D1-059..1 (07/03/03,Databanka Ostrava)	IV - Uspokojivý	0	IV - Uspokojivý	0	Nezadaná
HPM D1-059..1 (29/05/07,Černý Zdeněk Ing.)	V - Špatný	0,6	V - Špatný	0,6	II - Podmíněně použitelné
HPM D1-059..1 (27/10/09,Vinar Libor Ing.)	VI - Velmi špatný	0,6	V - Špatný	0,6	II - Podmíněně použitelné
MPM D1-059..1 (10/04/12,Kiml František Ing.)	VI - Velmi špatný	0,4	V - Špatný	0,6	II - Podmíněně použitelné
HPM D1-059..1 (29/04/14,Hodovský Ivo Ing.)	VI - Velmi špatný	0,4	V - Špatný	0,6	IV - Omezeně použitelné
MPM D1-059..1 (13/01/15,Kiml František Ing.)	VI - Velmi špatný	0,4	V - Špatný	0,6	II - Podmíněně použitelné
MPM D1-059..1 (23/02/15,Kiml František Ing.)	VI - Velmi špatný	0,4	V - Špatný	0,6	II - Podmíněně použitelné

Rozhodnutí o zatížitelnosti mostu

Prohlídka	Způsob zjištění	Vn(t)	Vr(t)	Ve(t)	Nápravový tlak(t)
HPM D1-059..1 (07/03/03,Databanka Ostrava)	N (Způsob stanovení zatížitelnosti neznámý)	45	100	196	0,0
HPM D1-059..1 (29/05/07,Černý Zdeněk Ing.)	V – CZEN (Zatížitelnost stanovená podrobným statickým výpočtem)	19	48	117	0,0
HPM D1-059..1 (27/10/09,Vinar Libor Ing.)	N (Způsob stanovení zatížitelnosti neznámý)	27	60	120	0,0
MPM D1-059..1 (19/12/11,Černý Zdeněk Ing.)	N (Způsob stanovení zatížitelnosti neznámý)	19	48	117	0,0
MPM D1-059..1 (10/04/12,Kiml František Ing.)	N (Způsob stanovení zatížitelnosti neznámý)	19	48	117	12,0
HPM D1-059..1 (29/04/14,Hodovský Ivo Ing.)	N (Způsob stanovení zatížitelnosti neznámý)	19	48	117	12,0
MPM D1-059..1 (13/01/15,Kiml František Ing.)	N (Způsob stanovení zatížitelnosti neznámý)	19	48	117	12,0

Obr. P1.8: Údaje o stavebně technickém stavu a zatížitelnosti objektu [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	-------------------	------	--------	-----------------	-------	-----------	--------	---------	-----	----------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)

Odpovědná osoba Kiml František, Ing. ; datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21;

Uskutečněné hlavní a mimořádné prohlídky

Datum	Druh prohlídky	Prohlídku provedl
23/02/15	Mimořádná prohlídka	Kiml František Ing.
13/01/15	Mimořádná prohlídka	Kiml František Ing.
29/04/14	Hlavní prohlídka	Hodovský Ivo Ing.
10/04/12	Mimořádná prohlídka	Kiml František Ing.
19/12/11	Mimořádná prohlídka	Černý Zdeněk Ing.
27/10/09	Hlavní prohlídka	Vinar Libor Ing.
29/05/07	Hlavní prohlídka	Černý Zdeněk Ing.

Uskutečněné běžné prohlídky a aktualizace dat

Datum	Druh prohlídky	Prohlídku provedl
23/08/16	Běžná prohlídka	Chládková Věra
27/10/15	Běžná prohlídka	Chládková Věra
19/11/14	Běžná prohlídka	Chládková Věra
03/09/13	Běžná prohlídka	Chládková Věra
06/09/11	Běžná prohlídka	Psota Jaroslav
07/09/09	Běžná prohlídka	Psota Jaroslav
23/06/08	Běžná prohlídka	Psota Jaroslav
07/10/05	Běžná prohlídka	Psota Jaroslav

Obr. P1.9: Přehled provedených prohlídek včetně řešitelů [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace	Zavřít okno
----------------	-------------------	------	--------	-----------------	-------	-----------	--------	---------	-----	----------------	------------	-------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)				
Odpovědná osoba Kiml František, Ing., datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21			Identifikátor mostu :17000:	
<input checked="" type="checkbox"/> Zobrazit jen aktuální opatření a požadavky				
Opatření z posledních prohlídek	Typ proh.	Datum	Vyřazeno	Důvod vyřazení
Je nutné provést rekonstrukci mostu, ke bude opravena - vyměněna izolace.	Hlavní prohlídka	29.5.2007	Ne	
Bude nutno nakonzervovat ložiska a vyměnit závěry.	Hlavní prohlídka	29.5.2007	Ne	
Výtluk v místě podpovrchového dilatačního závěru na pražské opěře je nutné co nejdříve opravit.	Hlavní prohlídka	29.5.2007	Ne	
Uvolněné plechy kryjící prostor mezi vnitřními římsami je nutno znovu připevnit a nebo je odstranit a zakrýt pouze prostor nad úložnými prahy.	Hlavní prohlídka	29.5.2007	Ne	
Most si zasluhuje větší opravu, při které bude provedena i sanace opěr.	Hlavní prohlídka	29.5.2007	Ne	
Při rekonstrukci mostu bude také nutno opravit obetonované svahy pod mostem.	Hlavní prohlídka	29.5.2007	Ne	
Podle výsledků diagnostiky vyměnit celoplošný izolační systém	Hlavní prohlídka	27.10.2009	Ne	
Diagnostika mostu určí rozsah opravy	Hlavní prohlídka	27.10.2009	Ne	
ložiska potřebují repasi včetně opravy horizontální úložné plochy opěr pro položení úložných desek ložisek	Hlavní prohlídka	27.10.2009	Ne	
Diagnostika mostu určí rozsah opravy včetně úložných prahů	Hlavní prohlídka	27.10.2009	Ne	
Oprava, výměna, utržených či deformovaných částí záchytného zařízení.	Mimořádná prohlídka	10.4.2012	Ne	
Připravit a realizovat celkovou rekonstrukci mostu zahrnující opravu či výměnu prakticky všech částí nosné konstrukce, spodní stavby i příslušenství a vybavení. Vzhledem k rozsahu opravy je na místě zvážit i demolici mostu a stavbu nového.	Mimořádná prohlídka	10.4.2012	Ne	
Čistit mostní svršek, opravit vozovku, utěsnit veškeré spáry a trhliny na mostním svršku. Opravit odvodnění svršku.	Mimořádná prohlídka	10.4.2012	Ne	
Projednat s Majetkovou správou ŘSD stanovení dopravního značení s omezenou zatížitelností.	Běžná prohlídka	3.9.2013	Ne	
Opravit horní část skluзу.	Hlavní prohlídka	29.4.2014	Ne	
Z důvodu zpomalení zhoršujícího stavu provést vyčištění a opravu povrchu úložných prahů za účelem jejich odvodnění. Případně provést provizorní odvod. rýnu pod díl. spárou.	Hlavní prohlídka	29.4.2014	Ne	
Provádět pravidelné čištění odvod. žlábků od splavených nečistot a posyp. materiálu.	Hlavní prohlídka	29.4.2014	Ne	
Provést vyplnění již vzniklé kaverny betonem do úrovně líc bet. opevnění.	Hlavní prohlídka	29.4.2014	Ne	
Provést celkovou rekonstrukci mostu.	Hlavní prohlídka	29.4.2014	Ne	
Nechat provést diagnostiku stavu předpinací výztuže v nosnicích na již obnaženém laně a několika dalších místech pro celkové posouzení.	Hlavní prohlídka	29.4.2014	Ne	
Osadit SDZ B13 - 19t.	Hlavní prohlídka	29.4.2014	Ne	

Obr. P1.10: Seznam připomínek ke stavu objektu a plánovaných prací [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	-------------------	------	--------	-----------------	--------------	-----------	--------	---------	-----	----------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)

Odpovědná osoba: Kiml František, Ing.; datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21; Identifikátor mostu: 17000;

Popis	Pův.velikost	Tisknout	Velikost [byte]	Soubor
Schematický náčrt mostu, převzatý z ML	✓	✓	42 398	D1_059.png
Část D1 s mostem	✓		458 141	D10041.jpg
Náčrt křižovatky s mostem	✓		146 371	exit_56.png

Obr. P1.11: Upřesňující náčrty, či fotografie [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	-------------------	------	--------	-----------------	--------------	-----------	--------	----------------	-----	----------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)

Odpovědná osoba: Kiml František, Ing.; datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21; Identifikátor mostu: 17000;

nebyl nalezen žádný dokument

Obr. P1.12: Karta pro související dokumenty [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	-------------------	------	--------	-----------------	--------------	-----------	--------	---------	------------	----------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)

Odpovědná osoba: Kiml František, Ing.; datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21; Identifikátor mostu: 17000;

Stanovení RPH (reprodukční pořizovací hodnoty) základní metodikou (most inv.č. 0)

č.pol.	popis položky	HSRok	datum realizace	č.dokladu	celkem Kč	potvrzení úpravy	poznámka
1		1997	31.1.1997		1 694 739,00	✓	převzato z ŘSD ZP, inventarizace 2008
	celkem				1 694 739,00		stávající RPH

Obr. P1.13: Reprodukční pořizovací hodnota [36]

Základní údaje	Základní passport	N.K.	SP.ST.	St. stav a zat.	Náčrt	Prohlídky	Údržba	Doklady	RPH	Finanční modul	Lokalizace
----------------	-------------------	------	--------	-----------------	-------	-----------	--------	---------	-----	-----------------------	------------

D1 - 059..1 (Dálniční most přes sil. II/126 - Trhový Štěpánov - Zruč n/Sáz. u Soutic)

Odpovědná osoba: Kiml František, Ing.; datum poslední změny: 12.3.2015 15:55:21

Identifikátor mostu: 17000

Stanovení RPH (reprodukční pořizovací hodnoty) metodikou pro finanční modul

Konstrukční charakteristika mostu: nezadaná ▼

Rok uvedení do provozu: 1978

Rok hodnocení (Datum aktualizace): 1/2014

Ki: 1,998

Stáří mostu: 38 let

Celková doba životnosti mostu (projektovaná): 100

Úprava životnosti - diag. průzkum/rekonstrukce

Rok	Nová životnost	Poznámka

Zbývající doba životnosti: 62

Plocha mostu: 410,4

Základní cena za m2 plochy mostu - ZC: 0

Základní cena objektu upravená - ZCU: 0

Zbytková hodnota na konci doby životnosti mostu a po uplynutí této doby: 0

Výše ročního odpisu: 0

RPH: 0

Obr. P1.14: Karta finančního modulu [36]

4.2 Fáze 2 – hodnocení kvality betonu spodní stavby

Vývrt	Ozn. zk. vzorku	Ø vzorku	Výška vzorku	Výška vzorku po zakoncování	Hmotnost	Objemová hmotnost	Max. tlak. síla F	Pevnost betonu na vývrtu $f_{c,core}$	Štíhl. Poměr λ	Opravný součinitel (štíhlost) $K_{c,cyl}$	Převodní součinitel (průměr) $K_{d,cyl}$	Válcová pevnost betonu $f_{c,cyl}$	Převodní součinitel (cyl-cube) $K_{cyl, cube}$	Krychelná pevnost betonu $f_{c,cube}$
		[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]	[kN]	[MPa]	[--]	[--]	[--]	[MPa]	[--]	[MPa]
59-1	59-1-B	94,3	89,8	95,0	1380	2210	107,0	15,3	1,007	0,853	0,946	12,4	1,252	15,5
59-2	59-2-A	94,4	89,2	94,4	1400	2250	182,0	26,0	1,000	0,850	0,946	20,9	1,251	26,2
	59-2-B	94,4	93,8	98,9	1482	2260	174,0	24,9	1,048	0,866	0,946	20,4	1,251	25,5
	59-2-C	94,4	90,4	94,9	1426	2260	182,0	26,0	1,005	0,852	0,946	21,0	1,251	26,2
Průměr vzorku 59-2:						2260						20,7		25,9
59-3	59-3-A	94,4	70,7	74,2	1075	2180	201,0	28,7	0,786	0,786	0,946	21,4	1,251	26,7
59-3	59-4-A	94,5	90,3	94,7	1478	2340	435,0	62,0	1,002	0,851	0,946	49,9	1,223	61,1